

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta stavební**  
**Katedra dopravního stavitelství**

**Sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA,  
porovnání variant řešení**

**Repair of connecting Track Doubrava - CSA,  
compared Technical Solutions**

Student:

Bc. Petr Dudi, DiS.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra dopravního stavitelství

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Dudi, DiS.**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby

Specializace: 01 Dopravní stavby

Téma: Sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA, porovnání variant řešení.  
Repair of connecting Track Doubrava - CSA, compared Technical Solutions.

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je formou studie proveditelnosti navrhnout varianty možného odstranění projevů důlní činnosti na spojovací koleji mezi provozní stanicí Doubrava a vlečkovou stanicí ČSA včetně porovnání variant různých technologií sanačních prací a jejich finančních nároků.

### Seznam doporučené odborné literatury:

- Plášek O., Zvěřina P., Svoboda R., Mockovčiak M.: Železniční stavby - železniční spodek a svršek, Akademické nakladatelství CERM 2007, 291 str. ISBN 80-214-2621-7 (CZ)
- Esvelt C.: Modern Railway Track, MRT Productions 2001, ISBN 90-800324-3-3 (A)
- Plášek O.: Železniční stavby: návody do cvičení, Akademické nakladatelství CERM, 2003, 109 s. ISBN 80-7204-267-X (CZ)
- Kubát, B., Týfa L.: Železniční tratě a stanice, Vydání 2. přepracované – dotisk. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. 209 s. ISBN 80-01-02782-1. (CZ)
- Lübke, D. et al.: Das System Bahn. Hamburg: DVV Media Group, 2008. 680 s. ISBN 978-3-7771-0374-7. (D)

### Standardy:

- ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha - projektování
- ČSN 73 6320 Průjezdové průřezy na drahách celostátních...
- ČSN 73 6310 Navrhování železničních stanic
- Zákon č. 266/1994Sb. (O drahách) vč.změn a doplňků
- Vyhláška č. 177/1995Sb. vč.změn a doplňků

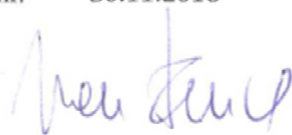
Sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA, porovnání variant řešení

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.**

Datum zadání: 29.02.2016

Datum odevzdání: 30.11.2016



Ing. Ivan Fencl, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

## **Anotace**

Cílem diplomové práce je formou studie proveditelnosti navrhnout varianty možného odstranění důlní činnosti na spojovací koleji, mezi stanicí Doubrava a vlečkovou stanicí ČSA. Výsledkem bude vyhotovení dvou variantních řešení, tedy Varianty A – Se snesením kolejového roštu a Varianty B – Bez snesení kolejového roštu. Z těchto variant vyplyne následné porovnání, a to jak z hlediska technologického, finančního, tak i z hlediska hodnocení délky výstavby.

## **Annotation**

The aim of this thesis is to propose in the form of a feasibility study the different ways of possible removal of mining activity on the connecting track between the Doubrava station and the ČSA siding station. This will result in the proposal of two options, Option A - with the removal of the track grid and Option B – without the removal of the track grid. A comparison of these options will be done in terms of technological and financial factors as well as the time of construction.

## **Klíčová slova**

Sanace, rekonstrukce, vlečka, kolej, důlní škoda, kotlina, pokles, železniční spodek, železniční svršek

## **Key words**

Rehabilitation, renovation, siding, track, mining damage, basin, drop, track bed, track grid

## Seznam použitého značení

AWT	Advanced World Transport a.s
ČSA	Československé armády
ČSN	Česká státní norma
ČUZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
KBD	Košicko-bohumínská dráha
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty

## Obsah

<b>1. Obecná část diplomové práce.....</b>	<b>5</b>
1.1 Obsah .....	5
1.2 Cíl diplomové práce.....	5
1.3 Podklady .....	5
1.4 Železniční svršek a spodek .....	6
1.4.1 Železniční spodek.....	6
1.4.1.1 Pražcové podloží.....	8
1.4.1.2 Typy pražcového podloží.....	9
1.4.2 Železniční svršek .....	12
1.4.2.1 Kolejové lože .....	12
1.4.2.2 Podpory kolejnic .....	13
1.4.2.3 Kolejnice .....	13
1.4.2.4 Drobné kolejivo .....	13
1.5 Důlní činnost na Karvinsku .....	14
1.5.1 Doly v činnosti .....	14
1.5.1.1 Důlní závod 1 .....	14
1.5.1.2 Důlní závod 2.....	14
1.5.1.3 Důlní závod 3.....	14
1.5.2 Vlivy a projevy hornické činnosti .....	15
1.5.2.1 Matematické vyjádření poklesů.....	19
1.6 Navrhování stavebních objektů na poddolovaném území .....	20
1.6.1 Navrhování železniční dopravní cesty na poddolovaném území .....	21
1.6.1.1 Výšková poloha koleje.....	21
1.6.1.2 Železniční svršek .....	21
1.6.1.3 Železniční spodek .....	22
1.6.1.4 Kabelové vedení tratě .....	22



1.6.1.5	Traťové a staniční zabezpečovací zařízení .....	23
1.7	Projevy a působení poklesů na železničních tratích .....	23
1.7.1	Projevy a působení poklesů na železniční svršek.....	23
1.7.2	Projevy a působení poklesů na železniční spodek.....	25
1.8	Diagnostika kolejových drah .....	25
1.8.1	Měřicí drezína MD .....	27
1.8.2	Georadar .....	30
1.9	Způsoby sanace železničních tratí .....	31
1.9.1	Technologie se snesením kolejového roštu .....	32
1.9.1.1	Výhody a nevýhody technologie se snesením kolejového roštu .....	32
1.9.2	Technologie bez snesení kolejového roštu .....	33
1.9.2.1	Výhody a nevýhody technologie bez snesení kolejového roštu .....	33
1.9.3	Souprava SČ 600S.....	34
1.9.4	Souprava AHM 800R .....	35
<b>2.</b>	<b>Sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA .....</b>	<b>36</b>
2.1	Územní plán města Karviné.....	37
2.2	Územní plán obce Doubrava.....	38
2.3	Průzkumy a podklady .....	39
2.3.1	Výhled poklesů na spojovací koleji.....	39
2.4	Ochranná pásma.....	40
2.5	Vliv stavby na životní prostředí.....	40
2.6	Dopravní opatření .....	41
2.7	Přípravné práce pro výstavbu.....	41
2.7.1	Likvidace porostů .....	41
2.7.2	Bourací práce.....	41
2.8	Vybavení území, přeložky inženýrských sítí .....	42
2.9	Poloha vzhledem k záplavovému a poddolovanému území .....	42

2.10	Variantní řešení sanace koleje .....	42
2.10.1	Varianta A – Varianta se snesením kolejového roštu.....	42
2.10.1.1	Návrh nového řešení.....	43
2.10.1.2	Zábory pozemků.....	43
2.10.1.3	Směrové vedení koleje .....	43
2.10.1.4	Sklonové poměry.....	44
2.10.1.5	Železniční spodek.....	45
2.10.1.6	Železniční svršek.....	46
2.10.1.7	Osvětlení kolejiště .....	47
2.10.1.8	Organizace výstavby .....	47
2.11	Varianta B – Bez snesení kolejového roštu .....	50
2.11.1.1	Návrh nového řešení.....	50
2.11.1.2	Zábory pozemků.....	50
2.11.1.3	Směrové vedení .....	51
2.11.1.4	Sklonové poměry.....	52
2.11.1.5	Železniční spodek.....	52
2.11.1.6	Železniční svršek.....	52
2.11.1.7	Organizace výstavby .....	53
2.12	Porovnání Variant .....	54
2.12.1	SWOT Analýza .....	54
2.12.1.1	SWOT Analýza Varianta A.....	54
2.12.1.2	SWOT Analýza Varianta B.....	56
2.12.1.3	Závěr a doporučení při porovnání SWOT diagramů.....	57
2.12.2	Multikriteriální hodnocení.....	57
2.12.2.1	Závěr a doporučení dle multikriteriálního hodnocení .....	59
2.12.3	Závěr práce .....	59
<b>3.</b>	<b>Seznam použité literatury a zdrojů .....</b>	<b>61</b>

<b>4. Seznam obrázků .....</b>	<b>64</b>
<b>5. Seznam Tabulek .....</b>	<b>65</b>
<b>6. Seznam příloh .....</b>	<b>66</b>

# **1. Obecná část diplomové práce**

## **1.1 Obsah**

Diplomová práce je rozdělena na dvě části, a to na část obecnou, kde se čtenář dozví, jakými technologiemi můžeme sanovat železniční svršek a spodek a část, kde se přímo zabýváme konkrétním případem sanace koleje, která je vlivem důlních činností značně poškozena. Návrh sanace vlečky bude spočívat ve dvou variantních řešeních, a to zejména technologií se snesením a bez snesení koleje.

## **1.2 Cíl diplomové práce**

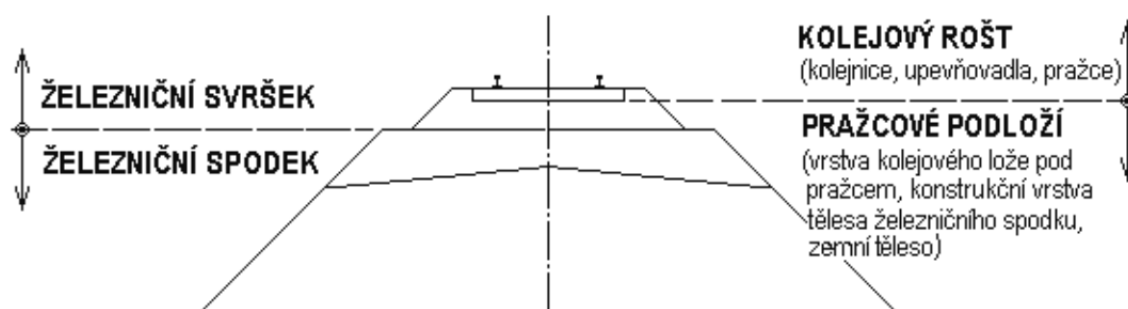
Cílem diplomové práce je seznámení čtenáře s technologiemi, které se běžně používají pro rekonstrukci železničního svršku a spodku. Dalším cílem je u konkrétního případu s názvem „Sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA“ porovnat tyto technologie, a to jak z hlediska technologického, tak i finančního. Tyto návrhy technologií rekonstrukce koleje vlečky budou zpracovány s ohledem na Územní plán a Poklesové mapy. Jedním z výsledků diplomové práce je tedy stanovení nejvýhodnější technologie pro sanaci spojovací koleje Doubrava – ČSA.

## **1.3 Podklady**

- Územní plán města Karviné
- Aktuální zaměření kolejí
- Poklesové mapy
- Pasportní údaje ČSA – Doubrava
- Mapy Google
- WMS – ČÚZK

## 1.4 Železniční svršek a spodek

Než se posuneme do problematiky sanací železničních tratí, a to nejen na poddolovaném území měli bychom si vysvětlit, co tedy vůbec sanujeme. Jak jsme si mohli přecíst z názvu kapitoly, kolej dělíme na dvě hlavní části, a to na část železničního spodku a část železničního svršku.



Obr. 1 – Hlavní části železničního tělesa [1]

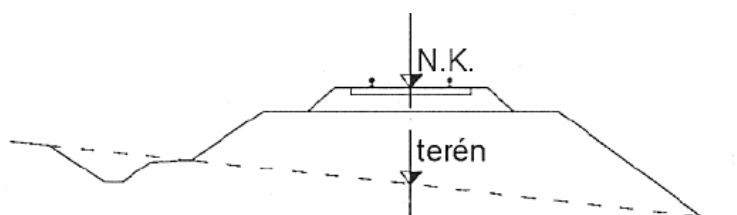
### 1.4.1 Železniční spodek

Železniční spodek je jednou ze základních částí konstrukce železniční tratě. Těleso železničního spodku slouží pro uložení konstrukce železničního svršku. Železniční spodek tvoří:

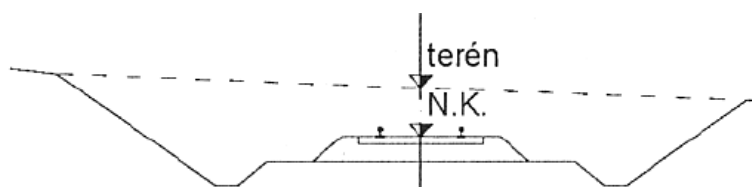
- těleso železničního spodku
  - stavby železničního spodku
  - dopravní plochy a komunikace
  - drobné stavby a zařízení železničního spodku
- [1]

Horní plochu zemního tělesa tvoří zemní plán, pokud je však potřeba zemní těleso zlepšit hydraulickými pojivy nebo podobnými materiály nazveme spodní plochu subplán.

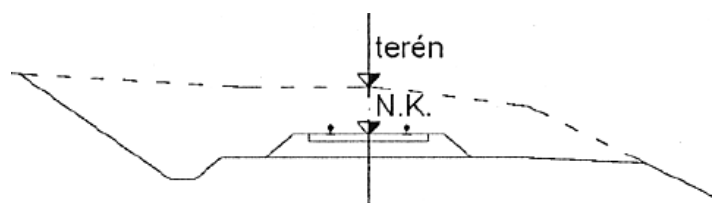
Konstrukce tělesa železničního spodku musí být provedena tak, aby umožňovala zabezpečení daných geometrických parametrů koleje a zajistila přenos účinků statického a dynamického zatížení od železničních vozidel bez trvalé deformace pláně železničního spodku. Pro dosažení požadované únosnosti pláně železničního spodku, zřizujeme v tělese konstrukční vrstvy z různých materiálů. Navržené konstrukční vrstvy tělesa musí splňovat požadavky na ochranu zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu. Zemní tělesa jsou tvořena nejčastěji na násypu, v zářezu, ale mohou být i v odřezu či kombinaci zářezu a násypu. [2]



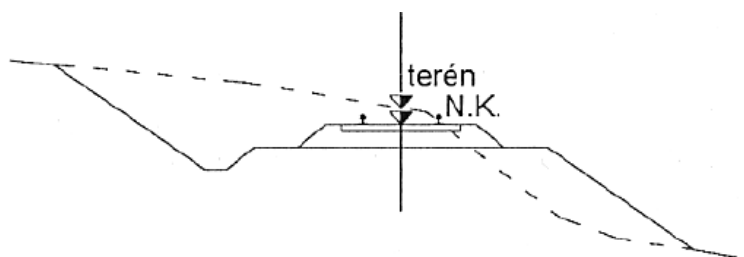
Obr. 2 - Násyp [2]



Obr. 3 - Zářez [2]



Obr. 4 - Odřez [2]



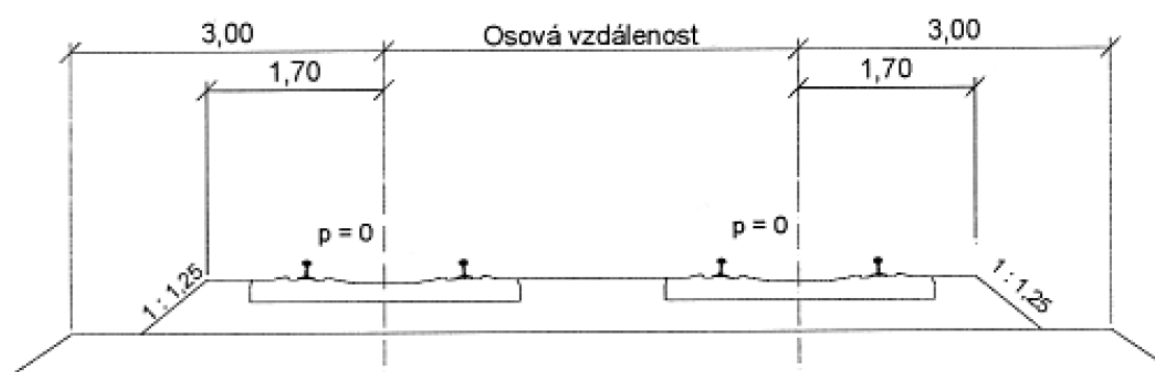
Obr. 5 - Zářez a násyp [2]

Těleso železničního spodku musí být odvodněno pomocí odvodňovacího zařízení. Odvodňovací zařízení odvádí povrchovou vodu, a také může snižovat hladinu vody podzemní. Dále musí zajistit její rychlý odtok mimo těleso železničního spodku. Vyšší vlhkost materiálů v zemním tělese a jeho podloží má za následek nižší stabilitu svahu. [2]

Svahy zemního tělesa musíme chránit proti nepříznivým povětrnostním podmínkám, ochrana se provádí nejčastěji jako vegetační, a to osetím svahu, dále technickou úpravou nebo kombinací obou zmiňovaných ochran. [2]

Tvar a rozměry tělesa železničního spodku se navrhuje podle vzájemné polohy terénu a nivelety koleje včetně geotechnických vlastností podloží a materiálů, z nichž má být těleso železničního spodku vybudováno. [3]

Základní vodorovná šířka pláň tělesa železničního spodku jednokolejných tratí musí být u nové stavby dráhy na širé trati z kolejí normálního rozchodu nejméně 6 m a u kolejí úzkého rozchodu nejméně 4,4 m. U dvoukolejných, vícekolejných tratí a u kolejí železničních stanic se zvětší šířka pláň nejméně o vzdálenost os kolejí. [3]



Obr. 6 - Rozměry železničního spodku na dvoukolejné trati

#### 1.4.1.1 Pražcové podloží

Pražcové podloží je vícevrstvý systém, který se skládá z konstrukčních vrstev různé únosnosti a tloušťky, a také z vrstvy kolejového lože pod ložnou plochou pražce. [2]

Pro pražcové podloží platí stejné podmínky jako pro vybudování tělesa železničního spodku. Musí být tedy chráněno proti nepříznivým podmínkám, a musí být provedeno tak, aby jeho konstrukce umožňovala zabezpečení předepsaných geometrických

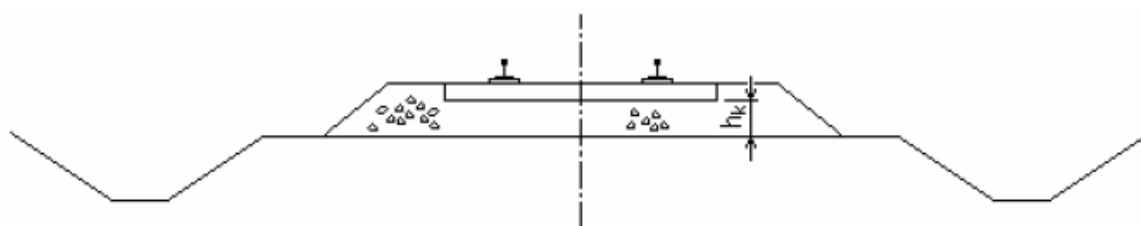
rozměrů koleje a zajistila přenos jak statického, tak i dynamického zatížení do tělesa železničního spodku. [2]

Únosnost pražcového podloží vyjadřujeme pomocí statického modulu přetvárnosti  $E$ , ten zjišťujeme pomocí statické zatěžovací zkoušky. Pokud bychom potřebovali zvýšit únosnost zemní pláně, můžeme ji zlepšit pomocí mechanického zpevnění, nebo stabilizací. [2]

#### 1.4.1.2 Typy pražcového podloží

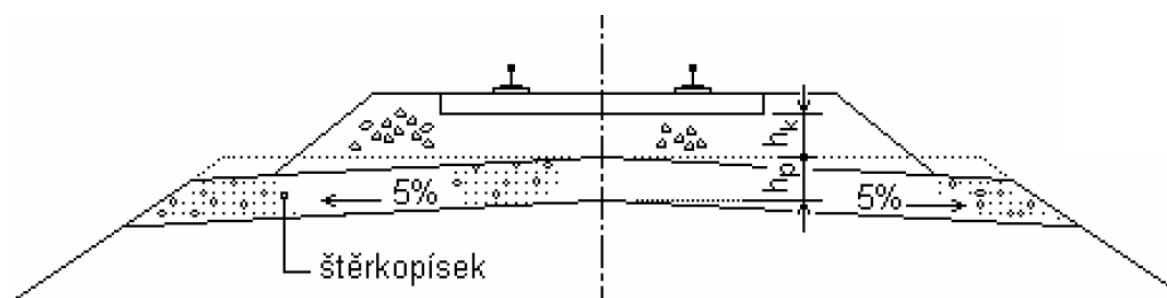
Pro dosažení požadované únosnosti pláně zřizujeme v tělese konstrukční vrstvy z různých materiálů. [2]

- Typ 1 – Svršek je uložen přímo na pláň tělesa spodku



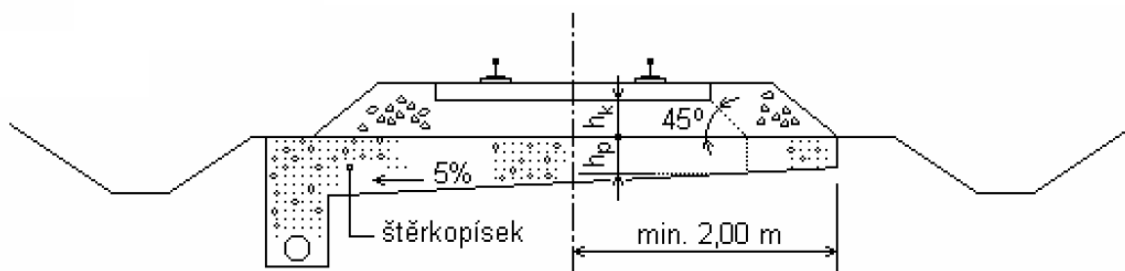
Obr. 7 - Pražcové podloží typ 1 [2]

- Typ 2 – Svršek je uložen na konstrukční vrstvě, která leží na zemní pláni



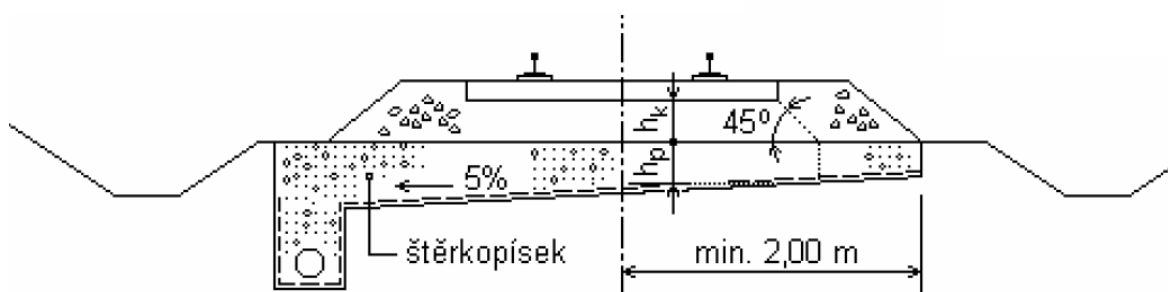
Obr. 8 - Pražcové podloží typ 2 [2]





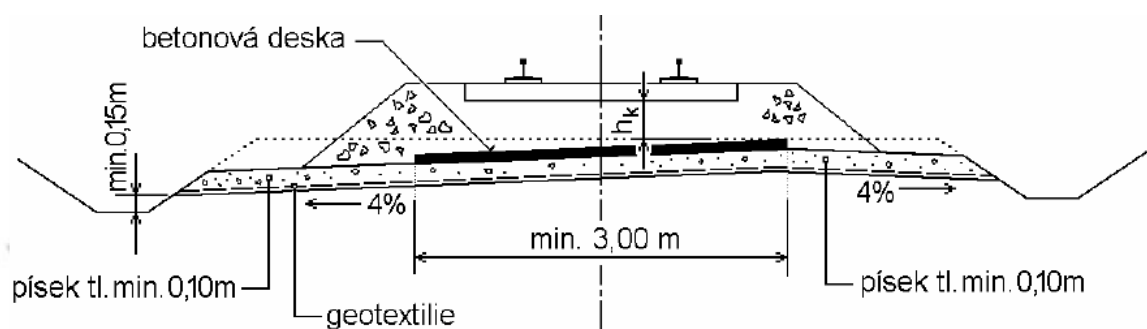
Obr. 9 - Pražcové podloží typ 2 s trativodem

- Typ 3 – Svršek je uložen přímo na konstrukční vrstvě, ta leží na geotextilii nebo geomřížce



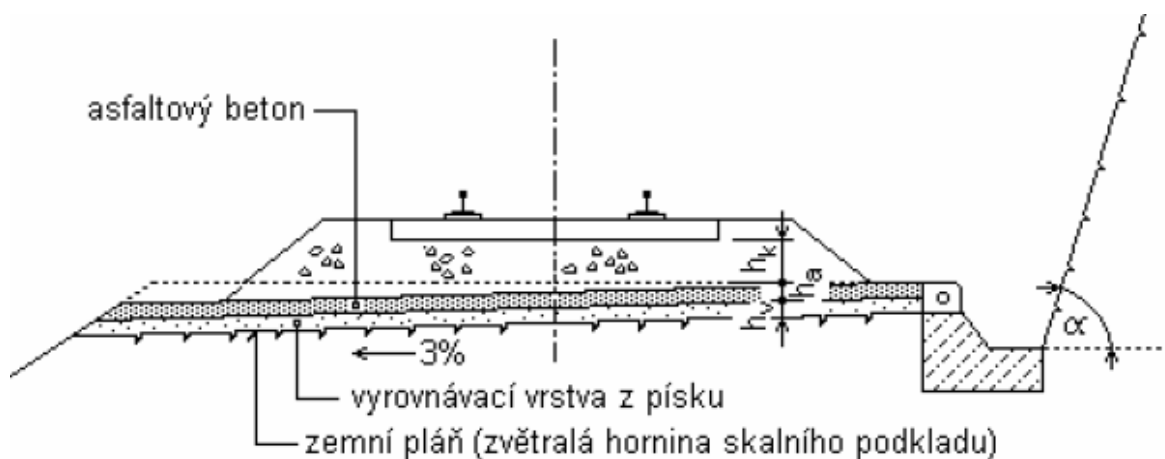
Obr. 10 - Pražcové podloží typ 3 [2]

- Typ 4 – Svršek je uložen na betonové prefabrikované desce, betonová deska leží na vyrovnávací vrstvě z písku nebo šterkopísku s geotextilií nebo geomembránou



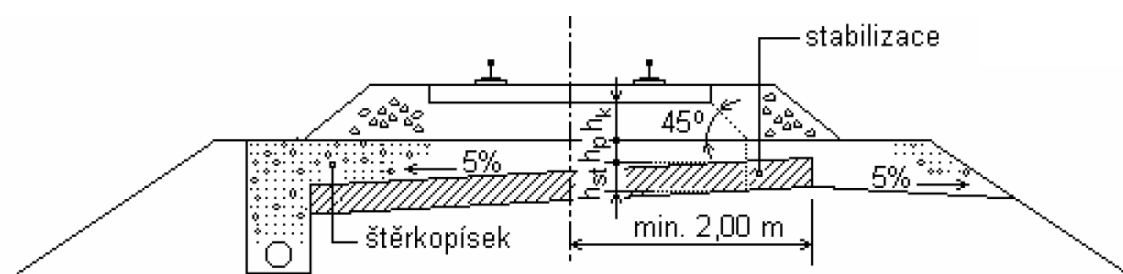
Obr. 11 - Pražcové podloží typ 4 [2]

- Typ 5 – Svršek je uložen na vrstvě asfaltového betonu nebo drceného obalovaného kameniva, vrstva asfaltového betonu leží na vyrovnávací vrstvě písku zřízené na zemní pláni (zvětralá hornina)



Obr. 12 - Pražcové podloží typ 5 [2]

- Typ 6 – Svršek je uložen na konstrukční podkladní vrstvě, ta je uložena na vrstvě ze stabilizované zemní pláně, nebo na stabilizované vrstvě, která leží na zemní pláni



Obr. 13 - Pražcové podloží typ 6 [2]

### 1.4.2 Železniční svršek

Železniční svršek je vlastní dráha železničního vozidla, která tvoří kolej, ta je složena ze dvou rovnoběžných kolejnicových pásů a upevnění. [2]

Železniční svršek je část trati, která plní jak nosnou, tak i vodící funkci. U klasické konstrukce je svršek tvořen kolejnicemi, kolejnicovými podporami a drobným kolejivem a kolejovým ložem. [2]

#### 1.4.2.1 Kolejové lože

Tvoří pružnou podporu koleje, roznáší a přenáší dopravní zatížení, a také slouží ke směrovému vedení trati. Další funkcí kolejového lože je zajištění příčného a podélného odporu, který tak zabraňuje posunu pražců. Další nedílnou funkcí je propustnost vody do podloží. Kolejové lože je tvořeno kamenivem drceným nebo těženým. U tratí, kde je traťová rychlost menší než 90 km/h lze použít i kamenivo recyklované. Nejvíce vyhovuje přírodní kamenivo hutné o objemové hmotnosti alespoň 2000 kg/m<sup>3</sup>, nejčastěji jde o hlubinné vyvěřeliny frakce 31,5/63. [2]



*Obr. 14 - Rekonstrukce žst. Nesovice, 1. část - Železniční svršek [20]*

#### **1.4.2.2 Podpory kolejnic**

Podpory kolejnic se dělí na nekonvenční a klasické příčné pražce. Mezi nekonvenční podpory patří zejména tramvajový panel nebo podélné pražce. Podélné pražce se neosvědčily, špatně se udržoval rozchod koleje, a tak se dnes používá pouze u desinfekčních kolejích. Mezi další patří rošt z předpjatého betonu, který je kombinací podélného a příčného pražce. Dnes mezi nejmodernější řešení patří využití tzv. pevných jízdních drah. Pevné jízdní dráhy jsou dráhy, které neobsahují kolejové lože a kolejnice jsou uchyceny pomocí drobného kolejiva nejčastěji do železobetonové desky. Toto řešení je výhodné z hlediska údržby. V České republice je nepoužívanější řešení pomocí příčných pražců, a to buď pomocí pražců betonových předpjatých, nebo dřevěných. Na poddolovaných územích se dle ČSN 73 0039 přednostně využívají dřevěné pražce. [2]

#### **1.4.2.3 Kolejnice**

Kolejnice tvoří vlastní jízdní dráhu. První kolejnice vznikla v dolech v Německu. Dnes vzniká pomocí válcování kolejnic za tepla. Kolejnic je spousta druhů, Mezinárodní železniční unie se kolejnice snažila sjednotit, a tak vznikla kolejnice typu UIC60 dnes po změně 60E2 s vypouklejší hlavou kolejnice. Kolejnice typu 60E2 se dnes používá na nejvíce vytížených tratích. Mezi další širokopatní kolejnice patří kolejnice 49E2, tyto kolejnice se používají nejčastěji na regionálních tratích a vlečkách. Dalším typem kolejnic jsou kolejnice blokové, ty se používají zejména u tramvají nebo u halových jeřábů. [2]

#### **1.4.2.4 Drobné kolejivo**

Jsou to spojovací a upevňovací součástky koleje. Upevnění koleje může být přímé či nepřímé. U přímého připevnění je kolejnice upevněna přímo na podporu kolejnic. U nepřímého upevnění dojde nejdříve k připevnění podkladnice pražci, následně se připevní kolejnice k podkladnici. Mezi drobné kolejivo patří spojky a spojkové šrouby, podkladnice a můstkové desky, tuhé svěrky a svěrkové šrouby, pružné svěrky a spony, dále vrtule a hřeby, pojistné vložky a M-vložky, spojovací šrouby, polyetylenové a pryžové podložky. Upevnění je spousta druhů. Mezi nejznámější výrobce drobného kolejiva používaného u nás je systém VOSSLOH a PANDROL. [2]

## **1.5 Důlní činnost na Karvinsku**

V Ostravsko-karvinském revíru se těží černé uhlí. Uhlí je hornina biologického původu. Jde o jedno z nejvýznamnějších fosilních paliv. Ve skutečnosti je uhlí vlastně sluneční energie dlouhodobě uskladněná prostřednictvím biologických a geologických procesů. Všechny doly na Karvinsku jsou hlubinné. Uhlí se těží prostřednictvím šachet a systému štol, dnes již výhradně mechanizovanými postupy. Dnes již existují technologie, které dokáží přeměnit uhlí na tekutá či plynná ekologicky šetrná paliva. [4]

### **1.5.1 Doly v činnosti**

#### **1.5.1.1 Důlní závod 1**

Důlní závod 1 vznikl sloučením původních závodů Důl Darkov a Důl Karviná 1. 1. 2015. Sídlo se nachází 25 kilometrů severovýchodně od Ostravy. Do organizační struktury Důlního závodu 1 jsou začleněny 4 lokality, a to Lazy a ČSA (bývalý Závod Důl Karviná), Darkov a 9. květen (bývalý Závod Důl Darkov). [5]

#### **1.5.1.2 Důlní závod 2**

Důlní závod 2 vznikl přejmenováním původního Závodu Důl ČSM k 1. lednu 2015. Nachází se ve východní části Karvinské dílčí pánve. Územně i organizačně je členěn do dvou oblastí: Sever a Jih se samostatnými dvojicemi úvodních a výdušných jam. Úpravna je v lokalitě Sever a má kapacitu 1 100 tun za hodinu. Dobývací prostor se nachází v katastrech obcí Stonava, Karviná, Albrechtice u Českého Těšína a Chotěbuz. Díky rozsáhlé investiční výstavbě v 90. letech 20. století, a především po roce 2000, se výrazně prodloužila životnost závodu. [5]

#### **1.5.1.3 Důlní závod 3**

Důlní závod 3 vznikl přejmenováním původního Závodu Důl Paskov k 1. lednu 2015, leží přibližně 20 kilometrů jižně od Ostravy a produkuje kvalitní koksovatelné uhlí. V současnosti ho tvoří lokality Staříč a Chlebovice. Jedná se o jediný činný důl v Ostravské části revíru. Úpravna v areálu původního Dolu Paskov ve stejnojmenné obci mezi Ostravou a Frýdkem-Místkem má kapacitu 550 tun za hodinu. [5]

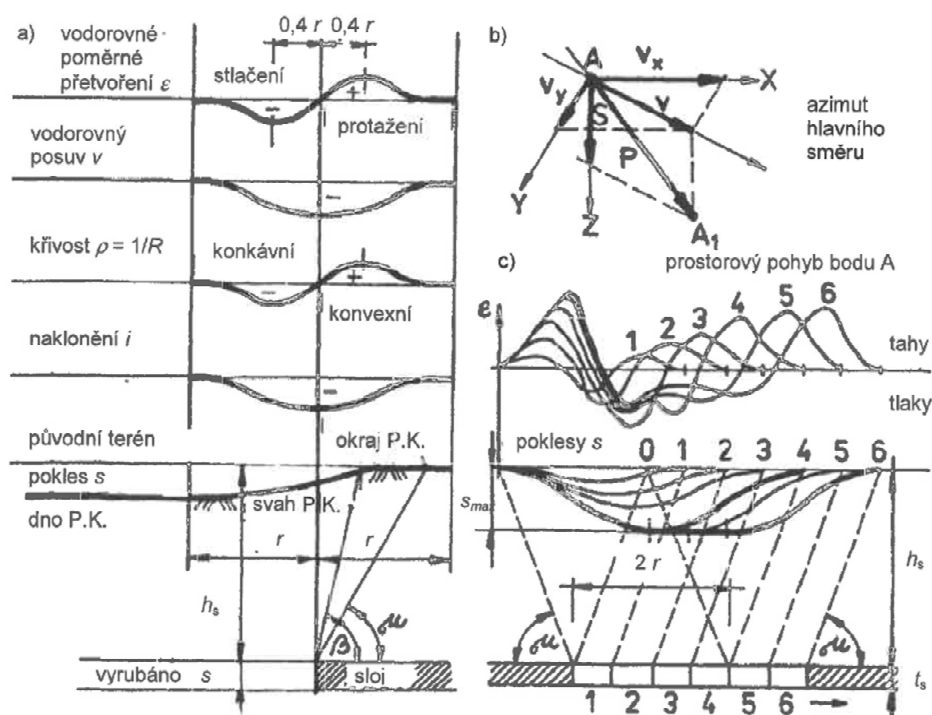
### 1.5.2 Vlivy a projevy hornické činnosti

Při hornické činnosti dochází, k ovlivnění staveb na povrchu. Velikost ovlivnění závisí na mnoha faktorech, a to zejména na faktorech geologických (hloubka uložení, mocnost ložiska, jeho úklon, vlastnosti hornin), dále faktorech hydrogeologických (směr a rychlost proudění podzemních vod), a báňských (dobývání na zával, nebo se založením vyrubaného prostoru).

[6]

Vlivy jsou charakterizovány:

- Poklesem
- Vodorovným posunem
- Nakloněním
- Poloměrem zakřivení
- Vodorovným poměrným přetvořením (protažení nebo stlačení terénu)



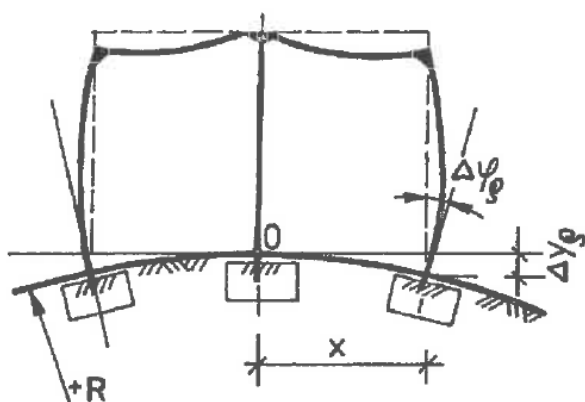
Obr. 15 - Základní veličiny poklesové kotliny (P. K.) při dobývání jedné vodorovně uložené sloje [6]

Legenda:

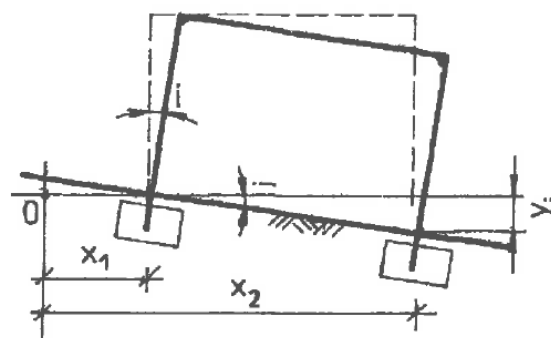
- a) Průběh spojitých přetvoření terénu  $s$  – pokles,  $i$  – naklonění,  $R$  – poloměr zakřivení,  $v$  – vodorovný posun  $\varepsilon$  – vodorovné poměrné přetvoření,  $h_s$  – hloubka uložení ložiska,  $t_s$  – účinná mocnost ložiska,  $r$  – poloměr plné účinné plochy,  $\mu$  – mezní úhel vlivu dobývání,  $\beta$  – zálomový úhel
- b) Rozklad prostorového pohybu povrchového bodu do směru os X, Y, Z
- c) Časový vývoj poklesů a vodorovných přetvoření v P. K. Úsek 1 – 4 plně účinná plocha [6]

Vlivy na stavební objekty jsou následující:

- Nerovnoměrný pokles a změna úhlu naklonění podzákladí účinkem zakřivení terénu
- Nerovnoměrný pokles podzákladí účinkem naklonění terénu
- Vodorovný posun podzákladí účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu
- Půdorysné zkosení objektu při obecném směru vodorovných poměrných přetvoření terénu [6]



Obr. 17 - Nerovnoměrný pokles a zakřivení terénu [6]



Obr. 16 - Nerovnoměrný pokles a naklonění terénu [6]

Poklesem nadložních vrstev do vyrubaného prostoru viz. obrázek 22 vzniká poklesová kotlina, tvarem připomíná misku nebo nálevku. Poklesová kotlina je nejrozšířenější deformací terénu na poddolovaném území. [6]

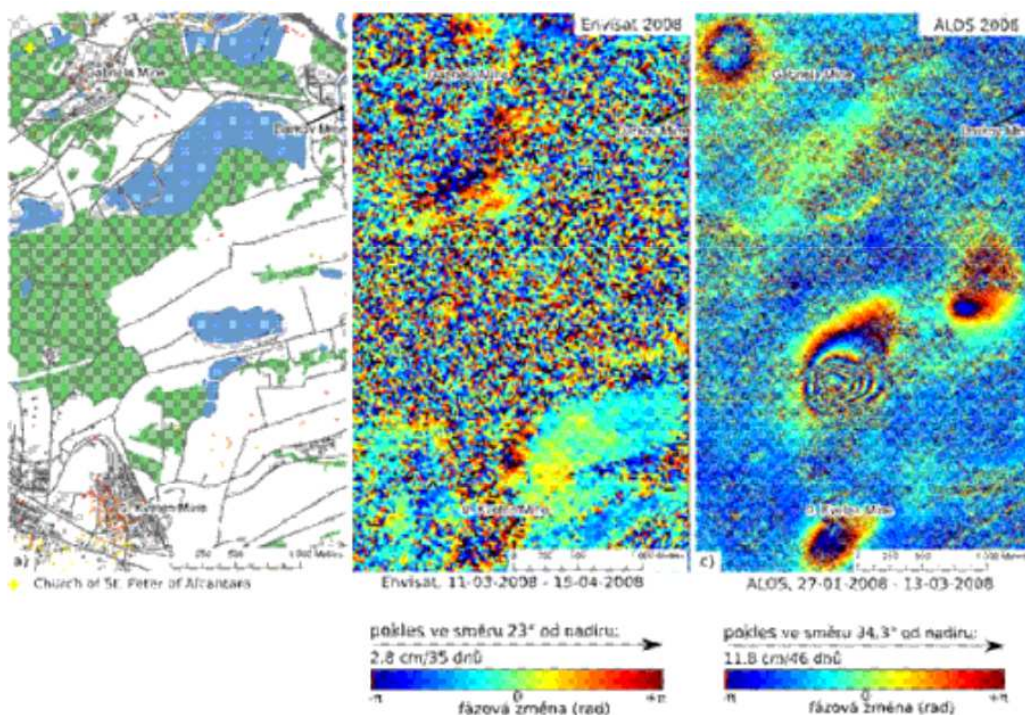
- Empirické
- Analytické
- Fyzikální modelování
- Matematické modelování
- Měření in situ

[7]

Pokles v [m]	1961 – 1989 [Km <sup>2</sup> ]	1990 – 1999 [Km <sup>2</sup> ]
0 – 0,1	43,3	79,2
0,1 – 1	115,5	73,1
1 – 10	91,5	27,1
Více než 10	3,9	0,0
Celkem	251,2	179,4

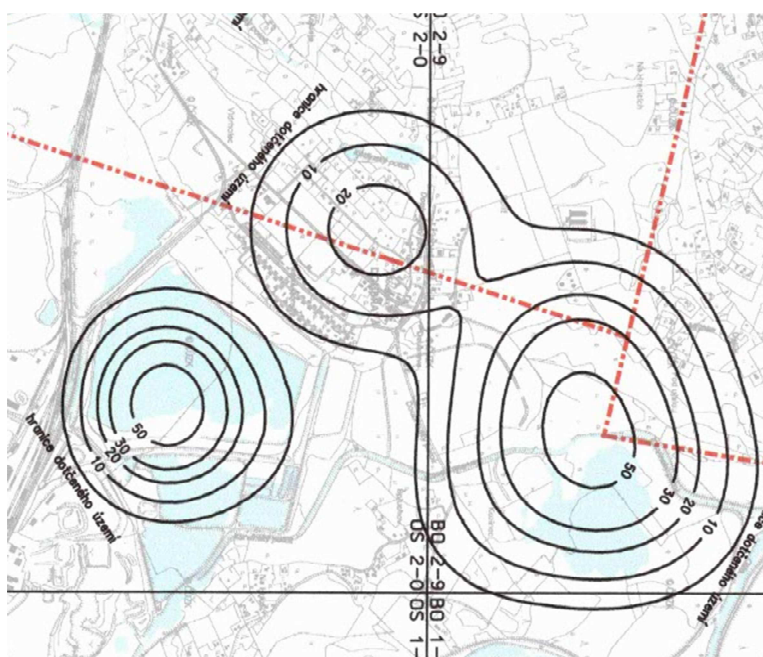
*Tab. 1 - Plošné zastoupení poklesů povrchu ve sledovaných obdobích na Karvinsku [8]*





Obr. 20 - Použití satelitních snímků v zalesněné oblasti - sledování poklesů [9]

Pomocí výše zmiňovaných metod se poklesy zapisují do poklesových map. Poklesové mapy znázorňují pomocí izolinií výšku poklesu v daném místě. Izolinie je uzavřená přímka připomínající kuželosečku o stejné výšce poklesu. Pokles vlivem důlní činnosti má v řezu tvar připomínající Gaussovu křivku viz obrázek 22, proto nejvyšší pokles je uprostřed uzavřené izolinie.



Obr. 21 - Mapa poklesů na Karvinsku [11]

### 1.5.2.1 Matematické vyjádření poklesů

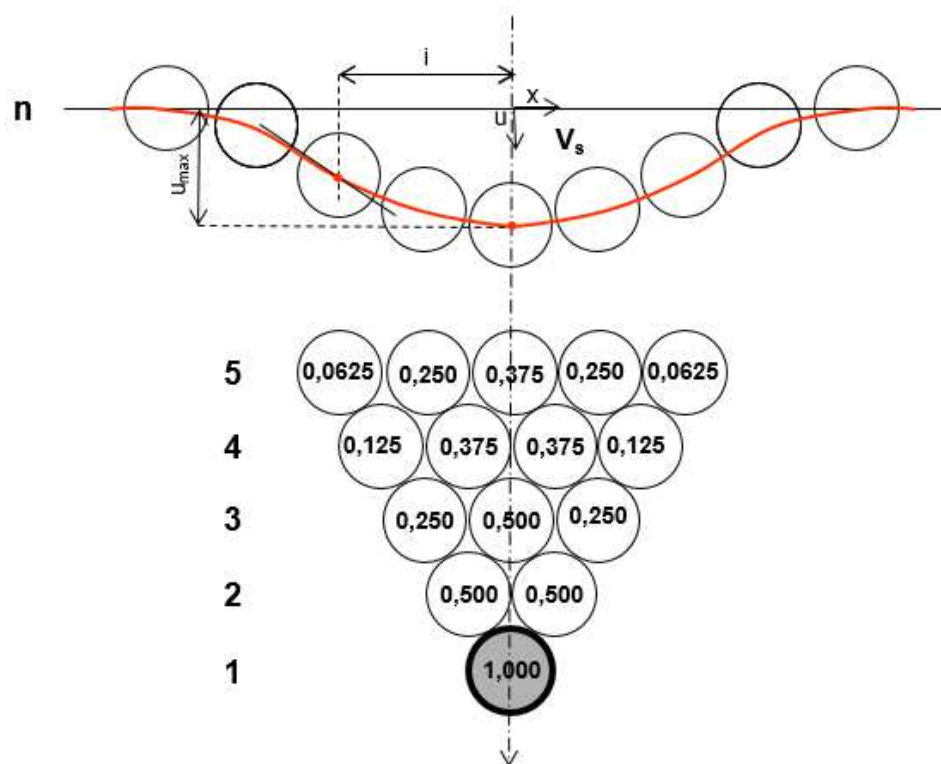
Pro  $n \rightarrow \infty$  se hodnoty diskrétního binomického rozdělení pravděpodobnosti blíží Gaussově křivce, rozložení chyb  $U = U_{\max} \cdot e^{(-x/2i \cdot i)}$

$U_{\max}$  – Maximální pokles

$i$  – Vzdálenost inflexního bodu od středu poklesové kotliny

$V_s$  – objem poklesové kotliny (podmínka  $V_s = V_0$ )

$$V_s = 2,5 \cdot i \cdot U_{\max} \quad [10]$$



Obr. 22 - Matematické vyjádření poklesové kotliny [10]

## 1.6 Navrhování stavebních objektů na poddolovaném území

Stavební objekty na poddolovaném území musí splňovat zásady ČSN EN 1990 s ohledem na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Použitelnost staveniště pro návrh stavebních objektů se posuzuje na základě:

- Očekávané intenzity přetvoření terénu na základě tabulky 2
- Základových poměrů a hydrogeologických podmínek
- Druhu a významu stavebních objektů a podmínek pro zajištění proti účinkům poddolování. [6]

Skupina stavenišť	Parametr přetvoření terénu		
	Vodorovné poměrné přetvoření $\varepsilon$	Poloměr zakřivení $R$ [Km]	Naklonění $i$ [Rad] <sup>2)</sup>
I <sup>1)</sup>	$\varepsilon > 7 \cdot 10^{-3}$	$R < 3$	$i > 10 \cdot 10^{-3}$
II	$7 \cdot 10^{-3} \geq \varepsilon > 5 \cdot 10^{-3}$	$3 \leq R < 7$	$10 \cdot 10^{-3} \geq i > 8 \cdot 10^{-3}$
III	$5 \cdot 10^{-3} \geq \varepsilon > 3 \cdot 10^{-3}$	$7 \leq R < 12$	$8 \cdot 10^{-3} \geq i > 5 \cdot 10^{-3}$
IV	$3 \cdot 10^{-3} \geq \varepsilon > 10^{-3}$	$12 \leq R < 20$	$5 \cdot 10^{-3} \geq i > 2 \cdot 10^{-3}$
V	$10^{-3}$ a méně	20 a více	$2 \cdot 10^{-3}$ a méně
<sup>1)</sup> Do skupiny I patří staveniště s předpokládaným výskytem nespojitých přetvoření terénu. Terénní stupně a vlny o výšce menší než 100mm a trhlíny o šířce menší než 100mm se zařadí do skupiny stavenišť II.			
<sup>2)</sup> V oboru praktických hodnot se využívá vztah $\sin i \cong \tan i \cong i$			
<b>O zatřídění staveniště rozhoduje nejméně příznivá hodnota parametru přetvoření terénu.</b>			
$\varepsilon$ – Vodorovné přetvoření terénu, tedy poměrná délková změna části poklesové kotliny ve vodorovném směru; kladná změna znamená protažení, záporná stlačení			
$R$ – Poloměr zakřivení v Km, tedy poloměr oskulační kružnice křivosti povrchu terénu v daném bodě a svislém řezu poklesovou kotlinou			
$i$ – Naklonění terénu, dříve denivelace, tedy poměr rozdílu dvou bodů v poklesové kotlině k jejich vzájemné vzdálenosti			

Tab. 2 - Skupiny stavenišť na poddolovaném terénu [6]

Objekty na staveništi skupiny V podle tabulky 2 nevyžadují zajištění proti účinkům poddolování, kromě objektů obzvláště citlivých, vzhledem k zadaným parametrům přetvoření terénu podle báňských podmínek (např. podzemní objekty širší než 6 m, tlaková trubní vedení, velké nádrže apod.). Vždy je nutno posoudit vliv účinku poddolování na konkrétní stavbu. [6]

Na staveništi skupiny III a IV bychom měli zajistit objekty proti účinkům poddolování ekonomicky přijatelným způsobem (např. zmenšení povrchových ploch základových konstrukcí, které jsou ve styku se základovou půdou, nebo návrhem zemních

kompenzačních rýh po obvodu objektu, vyplněným stlačitelným materiálem např. polystyrenem). [6]

Stavební objekty na staveništi skupiny I a II je třeba zdůvodnit. Objekty v těchto skupinách musí být velice jednoduché a odolné proti účinkům poddolování. Nejčastěji se jedná o průmyslové objekty, nebo i budovy společenského zájmu, například železniční stanice. Staveniště s předpokládaným výskytem propadů nelze pro výstavbu použít, pokud nedojde k vyplnění všech podzemních dutin. [6]

### **1.6.1 Navrhování železniční dopravní cesty na poddolovaném území**

Rozsah a parametry přetvoření poddolovaných úseků celostátních drah a vlečků určují báňské podmínky. Pro realizaci novostavby, nebo i pro rekonstrukci je rozhodující doba realizace prací ve vztahu k očekávaným posunům a přetvoření terénu. [6]

#### **1.6.1.1 Výšková poloha koleje**

Návrh podélného profilu koleje vychází z provozních podmínek posuzovaného úseku a musí odpovídat technickoekonomickým možnostem úpravy nivelety koleje. Nejvyšší podélný sklon koleje při návrhu nivelety musí zaručovat plynulý rozjezd předepsaného nejtěžšího vlaku. Největší klesání musí zaručovat bezpečné zastavení vlaku z nejvyšší dovolené rychlosti. [6]

#### **1.6.1.2 Železniční svršek**

Na celostátních drahách, regionálních drahách a vlečkách na poddolovaném území se svršek navrhuje na dřevěných pražcích. Na vlečkách není doporučena bezстыková kolej. Výhybky v koleji na poddolovaném území se doporučuje navrhovat jednoduché a v základním tvaru. Úrovňové železniční přejezdy a přechody se na poddolovaném území navrhují výjimečně a musí je schválit příslušný orgán. Pro zřizování a udržování kolejového lože lze použít nové přírodní kamenivo, recyklované nebo umělé (vysokopecní struska) o objemové hmotnosti min 2000 kg/m<sup>3</sup> frakce 31,5/63. [6]

### 1.6.1.3 Železniční spodek

Zemní těleso má být tvořeno převážně násypem vyztuženým geosyntetiky pro větší pružnost a odolnost proti poklesům dle ČSN EN 14475. Tvar a rozměry tělesa železničního spodku musí respektovat:

- Výsledný průběh a tvar poklesové kotliny ve stanoveném časovém období, pokud jej stanoví báňské podmínky
- Požadavky na prostorovou úpravu zemního tělesa, je-li těleso železničního spodku umístěno v násypu, zvětší se šířka pláně železničního spodku s ohledem na největší očekávané poklesy a přetvoření terénu
- Energetické vedení
- Požadavky na odvodnění zemní pláně tak, aby neztrácela svou funkci v průběhu poklesů a přetvoření terénu, nebo aby tato funkce byla obnovitelná

Šířka zemní pláně železničního spodku má umožnit technologické postupy a zdvihu nivelety. Je doporučeno, aby vzdálenost hrany pláně spodku od osy krajní koleje byla nejméně 4 m. Pražcové podloží je při přestavbě zemního tělesa doporučeno tvořit pouze kolejovým ložem a sypaninou. Podkladní vrstvy v této konstrukci nezřizujeme. Sklony svahů zemního tělesa se navrhuje s ohledem na vlastnosti základové půdy. Stabilita svahu musí být posouzena dle ČSN EN 1997-1. [6]

### 1.6.1.4 Kabelové vedení tratě

Drážní kabelové sítě vysokého napětí mají být vedeny pomocí rektifikovatelných kabelových lávek, popř. zavěšeny na kabelové převěsy. [6]

Vedení rozvodů 6 kV má být řešeno samostatnou sloupovou trasou, použitím ocelových nebo betonových podpěr, umístěných v dostatečné vzdálenosti. Lze jej umístit i na podpory trakčního vedení. [6]

Trasy dálkových kabelů musí být situovány co nejdále od osy krajní koleje, nebo od zařízení, které je s kolejnici galvanicky spojeno. Tato vzdálenost by měla být nejméně 20m. Při křížení kabelů s kolejí je nutno po obou stranách tohoto křížení vytvořit rezervu kabelové délky. [6]

### **1.6.1.5 Traťové a staniční zabezpečovací zařízení**

Je doporučeno zřizovat světelná návěstidla, výhybky se zabezpečují elektromotorickými přestavníky nebo výměnovými zámky. Na poddolovaném území se snažíme navrhovat systémy autobloku s centralizovanou výstrojí. [6]

## **1.7 Projevy a působení poklesů na železničních tratích**

Přetvoření terénu má značný vliv na liniové stavby. Posun koleje ve svislém i vodorovném směru na Karvinsku není výjimkou. U svislého posunu dochází ke značnému zvýšení provozních nákladů, kdy se vlivem zvýšení podélného sklonu musí např. použít dvě lokomotivy pro projetí daného úseku.

U vodorovného posunu je problém zejména s tím, že pokud je kolej vedena na kraji pozemku, může se stát, že vlivem vodorovného posunu se kolej dostane na pozemek jiného majitele.

### **1.7.1 Projevy a působení poklesů na železniční svršek**

- Poruchy v prostorovém uspořádání koleje, směrové a i výškové
- Opotřebení kolejnic a výhybek

Vlivem obrušování u koleje s velkým podélným sklonem, které je vyvoláno třením mezi hlavou kolejnice a nákolkem, dochází k ojetí kolejnice. Toto opotřebení je umocněno v zimním období, kdy dochází k pískování hnacích vozidel za účelem snížení adheze mezi kolejnicí a nákolkem kola. Vlivem poklesů, také dochází k dodatečnému vkládání napětí jak tlakových, tak i tahových sil, které mohou způsobit směrové vybočení koleje, nebo dokonce i lom kolejnice.

- Zvýšené opotřebení upevňovadel a pražců

Při četných opravách, které mají za úkol sanovat kolej, dochází ke značnému opotřebení drobného kolejiva.

Dost často dochází vlivem poklesů k protlačení kolejového pole do kolejového lože, ve kterém se vlivem poklesů nachází jemná frakce kameniva, ta brání povrchové



vodě odtéct do odvodňovacího zařízení. Tím je drobné kolejivo i dřevěné pražce vystaveno přímému kontaktu s vodou.

U dilatačních spár – styků může dojít vlivem poklesů ke vkládání napětí do kolejových spojek a spojkových šroubů a může dojít k přetržení šroubu, nebo přetržení kolejové spojky. První viditelnou známkou vložení napětí do kolejnice je tzv. „putování pražců“.



*Obr. 23 - Zatlačení kolejového pole do kolejového lože*

Výhybky jsou velmi citlivou konstrukcí. Nejčastěji se jedná o výhybky jednoduché a v základním tvaru. Již u malých poklesů může docházet k odchýlkám. Největší problém je u pohyblivé části výhybky – jazyka. Aby jazyk plnil svojí funkci, musí se bezpečně odhrnout a přihrnut ke kolejnici. U tohoto posunu může dojít k nedostatečnému přihnutí či odhrnutí, může tedy v nejhorším případě dojít k vykolejení vlaku. U výhybek je nutná častá údržba a dohled.

### 1.7.2 Projevy a působení poklesů na železniční spodek

Kromě svislých a vodorovných posunů zemního tělesa, působí poklesy hlavně na odvodňovací zařízení. Odvodňovací zařízení se nejčastěji zanesle a nemůže plnit svojí funkci. Je proto důležité, aby se odvodňovací zařízení čistilo. Mezi nejčastěji používané odvodňovací zařízení patří zejména drážní příkopy, ty ztrácí svojí funkci i vlivem lokálních poklesů, ve kterých se může držet voda, která pak narušuje zemní těleso.

## 1.8 Diagnostika kolejových drah

U kolejových drah se nejčastěji využívá diagnostika:

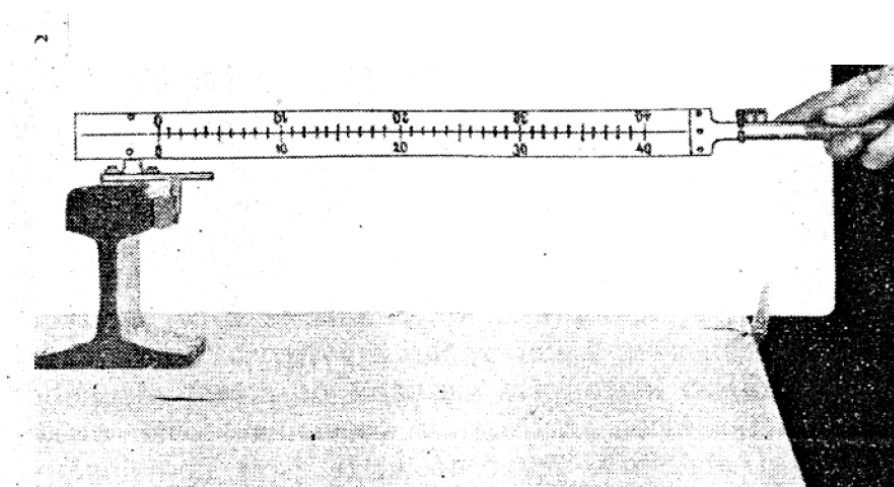
- Železničního svršku
- Výhybek a výhybkových konstrukcí
- Pražcové podloží

[12]

Diagnostika se provádí zejména pomocí pochůzky po trati, u které se vizuálně kontroluje daný stav trati. Tyto kontroly by se měly provádět pravidelně, minimálně na jaře a na podzim. U tratí se doporučuje kontrolovat:

[12]

- Vzepětí koleje v obloucích



*Obr. 24 - Ocelové pravítko na tenkém provazu [14]*



- Zapadlost styku



*Obr. 25 - Měřidlo propadlých styku MPS [14]*

- Dilatační spáry
- Rozchod koleje



*Obr. 26 - Rozchodka GW OT40 [13]*

- Měření základních rozměrů ve výhybkách



*Obr. 27 - Speciální měřidlo pro přeměření základních rozměrů výhybek [14]*

U větších vzdáleností se využívají speciální mechanizované prostředky a speciální měřicí vozy. Měřicí vozy slouží především k pravidelným kontrolním jízdám, při kterých získávají poznatky o poloze koleje, stavu podbití koleje, a i stavu železničního spodku. Naměřené hodnoty vlastní řídicí jednotky vyhodnotí do grafů a vyhodnotí nejvíce kritická místa v trati.

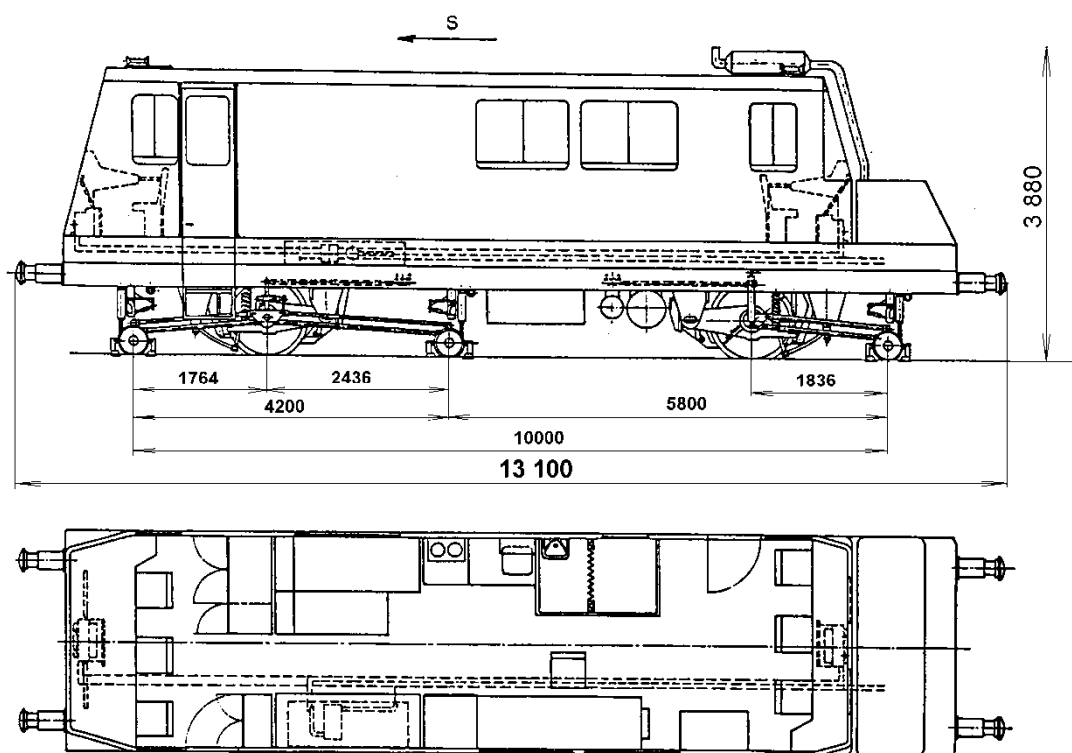
[14]

### **1.8.1 Měřicí drezína MD**

Měřicí drezína je určena k měření geometrických parametrů traťových a staničních kolejí na vybraných celostátních a regionálních tratích a na vlečkách. Je schopna měřit kolej, kolej s přídržnicí, všechny druhy výhybek mimo oblast přídržnice. Měřicí drezína je řešena jako dvounápravový traťový stroj lehké stavby s jednou hnací nápravou, opatřený narážecím a tahadlovým ústrojím. Měřicí zařízení se skládá ze tří měřicích vozíků s teleskopickou osou připojených pomocí táhel k ložiskovým domkům náprav MD, a to dvou vozíků k přední a jednoho vozíku k zadní nápravě.

[15]

Pro snímání jednotlivých veličin geometrických parametrů koleje jsou na vozících, na pákách táhel vozíků a na ložiskových domcích umístěny délkové snímače. Délkové snímače snímají jednotlivé délkové rozměry, které se elektrickou cestou přenášejí do řídicího počítače a po vyhodnocení se zobrazují na výstupní sestavě jako grafický záznam průběhu GPK. [15]



Obr. 28- Měřící drezína [15]

Samostatný systém řídí v průběhu měření spouštění a zvedání měřicích vozíků. Okamžitý zdvih měřicích vozíků je v průběhu měření zajištěn automaticky při havárii některého z měřicích podvozků a ručně tlačítkem ze stanoviště vedoucího MD. Ze stanoviště vedoucího MD se provádí rovněž korekce ujeté dráhy (kilometrická poloha měřící drezíny) a značení objektů. [15]

Parametr	šířka pásma [m]	symbol	jednotka	rozsah	přesnost
Směr koleje	1 ÷ 25	SK	mm	± 25	0,2 mm
Podélná výška koleje levá	1 ÷ 25	VL	mm	+ 25, - 50	0,2 mm
Podélná výška koleje pravá	1 ÷ 25	VP	mm	+ 25, - 50	0,2 mm
Převýšení koleje dynamické	1 ÷ 25	PK <sub>DYN25</sub>	mm	± 25	0,2 mm
Převýšení koleje kvazistatické	70 ÷ ∞	PK <sub>KS</sub>	mm	± 180	2,5 %
Nefiltrované převýšení koleje	1 ÷ ∞	PK	mm	± 180	2,5 %
Rozchod koleje dynamický	1 ÷ 25	RK <sub>DYN25</sub>	mm	-15, +50	0,2 mm
Rozchod koleje kvazistatický	70 ÷ ∞	RKS	mm	-15, +50	0,2 mm
Nefiltrovaný rozchod koleje	1 ÷ ∞	RK	mm	-15, +50	0,2 mm
Křivost koleje	70 ÷ ∞	K <sub>KS</sub>	m <sup>-1</sup>	≥ 150	R ≤ 250 m 2,5 % R ≥ 10 <sup>3</sup> m 10 %
Nefiltrovaná křivost koleje	1 ÷ ∞	Kn	m <sup>-1</sup>	≥ 150	dtto křivost
Zborcení koleje	zákl. 1,8	ZK1	mm	± 45	0,2 mm
Zborcení koleje	zákl. 6	ZK2	mm	± 45	0,2 mm
Zborcení koleje	zákl. 12	ZK3	mm	± 45	0,2 mm

Tab. 3 - Přehled všech parametrů měření [15]

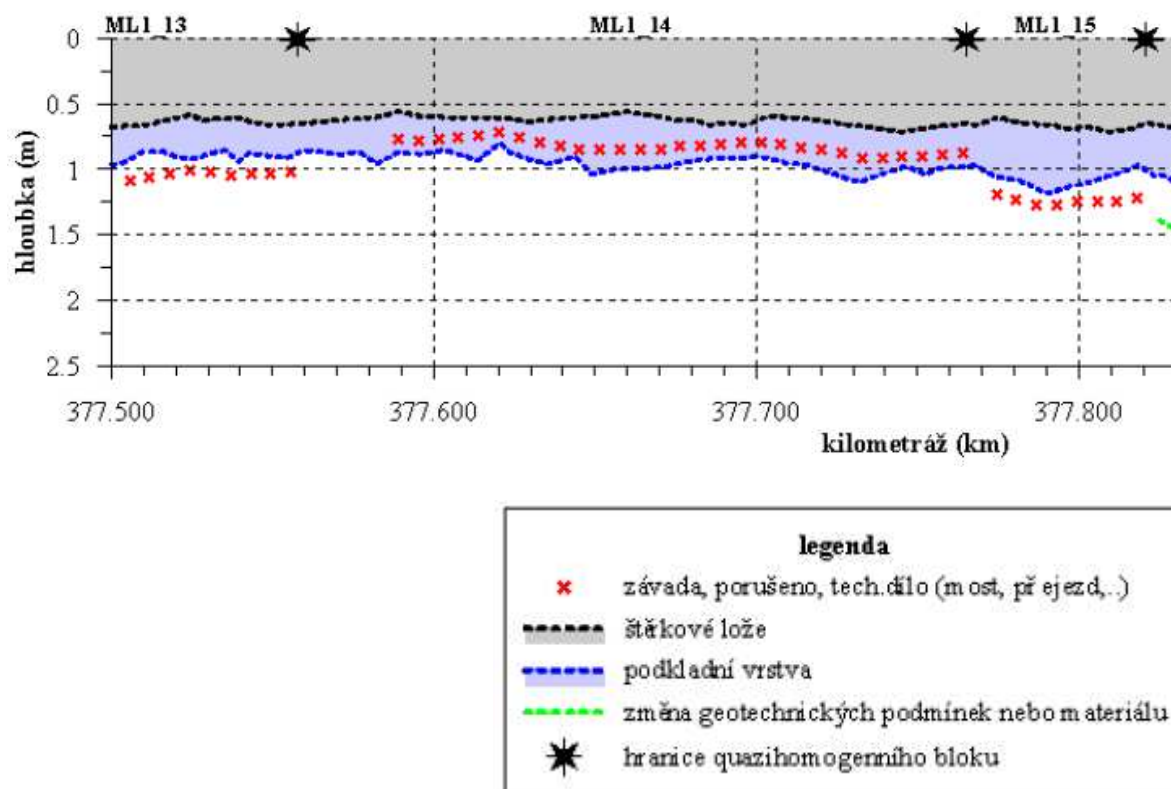
### 1.8.2 Georadar

Princip georadarové metody, v širším pojetí pak geofyzikální metody, je založen na sledování změn určitých fyzikálních veličin v prostoru. Přístroj pracuje na opakovaném vysílání elektromagnetických impulsů vysoké frekvence (25 – 1000 MHz) anténním systémem do zkoumaného prostředí a přijímání jejich odezvy.

Anténa vysílá krátkovlnné impulsy vysokou rychlostí do zemního podloží, odražený (reflexní) signál proniká zpět k povrchu země. Časová prodleva mezi vysíláním a přijatým vlněním se pohybuje v řádech nanosekund. Část vlnění je pohlcena okolním nadzemním prostředím (vzduchem), další část absorbují jednotlivé vrstvy a nehomogenity (absorpce je přímo úměrná vodivosti vrstev) a část impulsů se vrací zpět k zemskému povrchu, kde je zpracována přijímačem. Následně je tato energie přenášena do centrální jednotky, kde se počítají časové prodlevy navracených vln. Zemní podloží se skládá z rozličných vrstev, které mohou mít různé dielektrické vlastnosti. Rychlost průniku elektromagnetických vln prostředím závisí také na relativní permitivitě. [16]



*Obr. 29 – Georadar na vozítku „Krab“ [17]*



Obr. 30 – Výstup z měření s georadarem

## 1.9 Způsoby sanace železničních tratí

Sanace železničních tratí se provádí zejména za účelem zvýšení únosnosti a stability železničního spodku. Osvědčenou metodou sanace železničního spodku je zřízení nových konstrukčních vrstev. Ty pak spolehlivě přenáší dynamické účinky zatížení a umožňují odtok vody. Z hlediska technologie se u nás používá:

- Technologie se snesením kolejového roštu
- Technologie bez snesení kolejového roštu

[18]



### 1.9.1 Technologie se snesením kolejového roštu

Principem technologie je snesení kolejového roštu pomocí mechanizovaného zařízení, které je charakteristické pro silniční stavby, např. rypadla, jeřáby atd. Rekonstrukce 1 km trati trvá obvykle okolo 13 dnů. Po celou dobu rekonstrukce je celý úsek vystaven účinkům automobilové dopravy, která zemní těleso negativně ovlivňuje. Je doporučeno, aby se pro dopravu materiálů a strojů uskutečnila, pokud možno mimo zemní těleso. [18]

#### 1.9.1.1 Výhody a nevýhody technologie se snesením kolejového roštu

Hlavní výhodou technologie se snesením kolejového roštu, je zejména dostatek zkušeností, tato technologie se používá již řadu let. Mezi další patří:

- Využívání silničních mechanismů, které firmy většinou vlastní
- Možnost rozdělení tratí na stavební úseky, u kterých můžeme provádět různé typy sanačních prací
- Vlivem použití levnějších mechanismů, je tedy i cena oproti sanaci bez snesení kolejového roštu levnější [18]

Mezi hlavní nevýhody této technologie patří zejména rychlost, tato technologie je ve srovnání s technologií bez snesení kolejového roštu velice pomalá. Mezi další patří:

- Snížení bezpečnosti, v nejhorším případě může dojít ke střetům s protijedoucím vlakem
- Pojezd zemní pláň silničními vozidly
- Stavební a technologická náročnost prací
- Nešetrnost k životnímu prostředí, prašnost
- Některé mechanismy nemohou pracovat pod trakčním vedením
- Četné výluky [18]

## **1.9.2 Technologie bez snesení kolejového roštu**

U této technologie se používají speciální kolejové soupravy, které sanují železniční spodek automatickým způsobem. Kolejový rošt zůstává na svém místě a čistí, třídí, a doplňuje se pouze kolejové lože. Tímto dochází k podstatné úspoře času přestavby. Dále jsou soupravy navrženy tak, aby při rekonstrukci došlo ke snížení vlivu na životní prostředí. [18]

### **1.9.2.1 Výhody a nevýhody technologie bez snesení kolejového roštu**

Hlavní výhodou této technologie je rychlost rekonstrukce. Další podstatnou výhodou je automatická mechanizace. Stačí většinou jedna souprava na kompletní sanaci tratě. Mezi další výhody patří:

- Provádění konstrukčních vrstev i při nepříznivých klimatických podmínkách
- Zajištění stejné tloušťky konstrukčních vrstev, včetně dokonalého zhutnění
- Provoz na sousední koleji není omezen stavebními pracemi
- Není potřeba zřizovat zvláštní cesty pro dopravu materiálu

[18]

Mezi takřka jedinou nevýhodu technologie bez snesení kolejového roštu patří zejména vysoká cena oproti technologii se snesením. Ta je dána zejména drahou pořizovací cenou automatických souprav. A tak si tyto soupravy mohou dovolit pouze velké stavební společnosti. Dále bych chtěl podotknout, že automatizovaných souprav je více druhů a každá souprava může mít určité charakteristické vlastnosti, od kterých se odvíjí jejich výhody a nevýhody. Tyto soupravy si probereme v následujících kapitolách.

[18]



### 1.9.3 Souprava SČ 600S

Soupravu tvoří energetická sekce PA 600, dále vlastní stroj pro zřizování konstrukčních vrstev a souprava zásobníkových vozů. Předchůdce soupravy SČ 600S byla celoprofilová čistička typu SČ 600. Souprava SČ600s slouží zejména pro čištění kolejového lože, lze ho ale i odtěžit a současně částečně upravit zemní plán a pokládat vrstvu z geosyntetik. Souprava disponuje čtyřmi vibračními deskami a je schopna těžit zeminu třídy 1-2, případně i vyšší, pokud je zemina smíšená s kolejovým ložem. Těžba lože a přísun materiálu je technologicky možný pouze z jedné strany, a to z přední části soupravy. Technologicky je souprava upravena, tak aby bylo možné zřizovat konstrukční vrstvy buď metodou obrácení vrstev, nebo kontinuální dopravou materiálu konstrukční vrstvy ze zásobníkových vozů. [19]

Zásobníkové vozy obsahují dva dopravníkové pásy, jeden se nachází na jeho dně a slouží pro přísun materiálu ke stroji, další se nachází nad zásobníkovým vozem, ten slouží pro dopravu výzisku z čištění. Výzisk je ukládán od konce soupravy zásobníkových vozů, a to do uvolněného prostoru po použitém materiálu konstrukční vrstvy. [19]



*Obr. 31 - Strojní čistička SČ 600S [21]*

Pro obsluhu PA 300 + SČ 600 jsou určeni 4 pracovníci ve složení 3x strojník a jeden elektromechanik. Souprava smí pracovat pouze na vyloučené koleji a za napěťové výluky. [18]

Výhodou této soupravy je, že se současně provádí jak čištění stávajícího lože, tak i zřizování konstrukční vrstvy z pročištěného kameniva.

Nevýhodou je, že nedokáže upravit zemní pláň v celé šířce včetně odstranění materiálu. Tyto práce se musí provádět jinými mechanizmy. [19]

#### **1.9.4 Souprava AHM 800R**

Výrobek rakouské firmy Plasser & Theurer. Souprava pracuje v technologické lince stávající se z vlastního stroje AHM 800R, soupravy vozů MFS pro odvoz odtěženého materiálu umístěné před strojem AHM 800R a soupravou kontejnerových vozů pro přísun doplňkových materiál pro konstrukční vrstvy umístěné za strojem AHM 800R. [19]

Souprava slouží k odtěžení kolejového lože a požadované části zeminy zemní pláň. Dále slouží pro vytvoření konstrukční vrstvy z vyzískaného materiálu, který se může smíchat s doplňkovým materiálem. Vytěžené kamenivo lze případně zvlhčovat vodou z cisterny pro získání optimální vlhkosti kameniva. Konstrukční vrstvy jsou zhutňovány pomocí vibračních desek a na upravenou zemní pláň lze pokládat geosyntetika. [19]

Stroj AHM 800R je vybaven 2 těžícími řetězy, z nichž první odebírá vrstvu kolejového lože v tloušťce cca 20 cm a druhý těží zbývající část lože se zeminou. Materiál z prvního drtiče je transportován do drtiče, který drtí kamenivo kolejového lože na frakci 0-32 a v mísícím centru je mísen s doplňkovým materiálem, pro dosažení optimální křivky zrnitosti. Výsledný materiál má vlastnosti málo propustní směsi, a proto je potřeba, aby zemní pláň byla ve sklonu 5 %. Materiál z druhého řetězu je dopravován do vozu MFS, které jsou následně odváženy na skládku či do recyklačního střediska. Při rekonstrukci je potřeba následně provést směrovou a výškovou úpravu koleje. [19]

Výhodou soupravy AHM 800R je, že provádí úpravu zemní pláň a zřízení konstrukční vrstvy na celou šířku zemní pláň. [19]

Nevýhodou je, že souprava klade kolejový rošt přímo na vytvořenou konstrukční vrstvu, kolejové lože je třeba zřizovat v samostatném pracovním postupu buď strojem AHM 800R nebo jinou mechanizací. [19]



*Obr. 32 - Souprava AHM 800R [22]*

## **2. Sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA**

Místo stavby je v současné době využíváno železniční dopravou, která je umístěna na samostatném železničním tělese. Provozovatel Dráhy na předmětné spojovací koleji je vlastník Advanced Word Transport a.s. se sídlem v Ostravě.

Zájmové území se nachází ve Slezské uhelné pánvi a leží na rozhraní dvou katastrálních území, a to Karviná doly a Doubrava u Orlové. V minulosti bylo toto území negativně ovlivněno hornickou činností prováděnou hlubinným způsobem. Prostor plánované sanace spojovací koleje Doubrava – ČSA se nachází mezi bývalým dolem Doubrava a dolem Jan Karel mimo obytnou zástavbu obce Karviná i obce Doubrava. Území je neobydlené a zájmová plocha je tvořena výhradně tělesem koleje. [27][23][24]

Zájmové území je ohraničeno na severu usazovací nádrží flotačních hlušin Pohraniční kolonie a silnicí III/47214. Na východní straně se nachází areál Dolu Karviná – závod ČSA (Jan-Karel). Na jihu a jihozápadě je území vymezeno rekultivovaným územím bývalé nádrže Hlubina a vnitřní části území bývalého odvalu Hlubina. Na západní straně je ohraničeno provozní stanicí Doubrava a územím bývalého dolu Doubrava. Stávající plocha je tvořena prostorem koleje na hlušinovém násypu. [28]

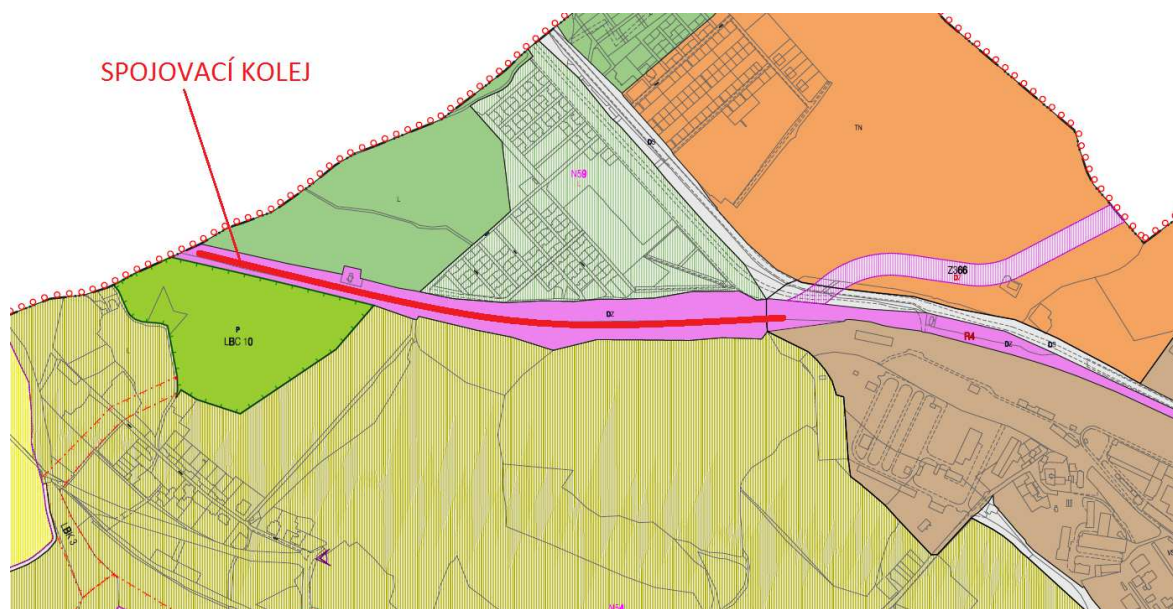
Účelem plánované sanace je úprava železničního svršku a spodku spojovací koleje Doubrava – ČSA v km 1,635 – 2,535, která odstraňuje následky důlní činnosti a upravuje nepříznivé sklonové poměry v koleji. Sклон stávající nivelety koleje dosahuje místy až cca 21,0 %. Nová niveleta bude v daném úseku vedena ve sklonu 12,94 %. Maximální zdvih nivelety koleje bude cca 1,72 m a maximální snížení nivelety koleje bude cca 0,83 m.

Niveleta koleje byla navržena v souladu s vyhláškou č.177/1995 Sb., Ministerstva dopravy, kterou se vydává stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších právních předpisů.

Typické negativní znaky při hlubinném způsobu dobývání nerostných surovin jsou poklesy terénu, vznik odvalů, odkališť aj. Lokalita je součástí dobývacího prostoru Karviná – Doly I a Doubrava. Z hlediska působení důlních vlivů je zařazena do III. skupiny stavenišť. Poklesy v předmětném úseku území jsou v rozsahu 1,0 – 1,50 m.

## 2.1 Územní plán města Karviné

Z hlediska Územního plánu města Karviné se stavba nachází na ploše Dopravní infrastruktury, určenou pro drážní dopravu. Tento koridor je součástí územní rezervy R4.



Obr. 33 - Územní plán města Karviná [23]

### Legenda

P	Plochy přírodní
TN	Plochy těžby nerostů
L	Plochy Lesní
DZ	Plochy Dopravní infrastruktury – Drážní doprava
KR	Plochy rekreační zeleně
VS	Plochy smíšené výrobní

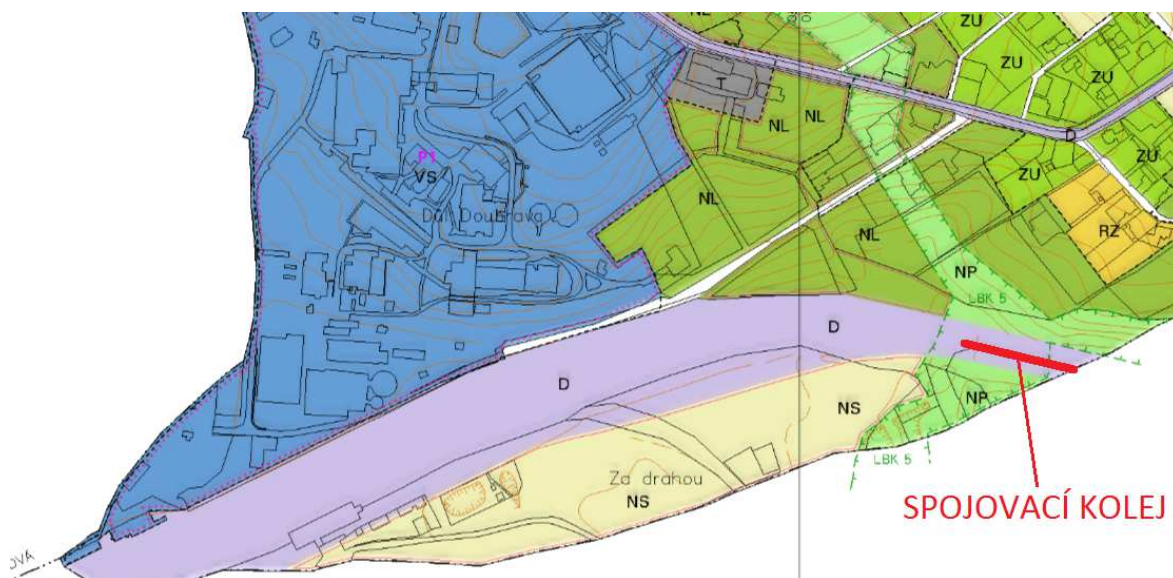


Současný vlečkový systém umožňuje výhledově napojit Karvinou na připravovaný systém rychlé tramvaje („vlakotramvaje“) v rámci integrovaného dopravního systému Ostravské aglomerace. Uvažuje se o napojení na vlečku Ostrava – Orlová, finální řešení, ale není doposud v rámci kraje dopracované a je pouze v poloze vyhledávacích studií. Z tohoto důvodu je v ÚP záměr zapracován jako koridor územní rezervy R4. V rámci ploch pro dopravu, v ÚP zakotvených, je tato stavba do budoucna možná. Celý vlečkový systém by bylo možno do budoucna využít i pro další veřejnou kolejovou dopravu, ať již na bázi pravidelné dopravy nebo na bázi dopravy jako atrakce cestovního ruchu. [23]

Sanace spojovací koleje je tedy v souladu s územním plánem města Karviná, stavba nevystupuje z plochy dopravního koridoru a neobsahuje žádné přeložky inženýrských sítí.

## 2.2 Územní plán obce Doubrava

I zde sanace bude probíhat na ploše Dopravní infrastruktury, stavba bude v souladu s územním plánem, nebude vystupovat z koridoru určeného pro dopravu a nebude obsahovat přeložky inženýrských sítí. [24]



Obr. 34 - Územní plán obce Doubrava [24]

### Legenda

VS	Plocha smíšená výrobní
D	Plocha Dopravní infrastruktury
NS	Plocha smíšená nezastavěného území
NL	Plochy lesní

## 2.3 Průzkumy a podklady

Vzhledem k charakteru stavby a dostatečné úrovni poznání zájmového území nebyly prováděny žádné zvláštní průzkumy týkající se vhodnosti geologických a hydrogeologických poměrů v území.

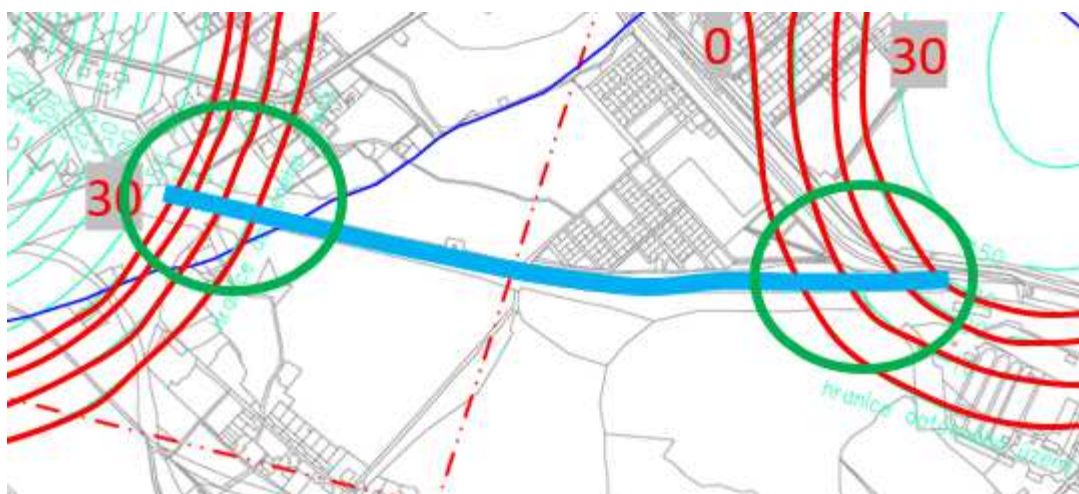
Použité podklady:

- pro katastrální situaci podklad z mapových listů DKM (digitální katastrální mapy)
- poklesy z dobývání Důlní závod 1, lokalita ČSA v letech 2006 – 2015
- vlečkový plán koleje č. 95
- místní šetření

Polohopisné a výškopisné měření bylo provedeno polární metodou přístrojem Leica STS 02 se současným určováním výšek jednotlivých bodů. Byl zaměřen polohopis a výškopis železnice a okolního terénu včetně viditelných znaků podzemního a nadzemního vedení. Souřadnicový systém byl použit S-JTSK a Bpv. [29]

### 2.3.1 Výhled poklesů na spojovací koleji

Vlivem hornické činnosti došlo na spojovací koleji k poklesům, a to v řádech desítek centimetrů. Z výhledu poklesů společnosti OKD, bude na spojovací koleji docházet poklesům i nadále, a to zejména na začátku a konci spojovací koleje. Maximální pokles je stanoven na 30 cm.



Obr. 35 - Výhled poklesů - 2015 – 2023 [29]

## 2.4 Ochranná pásma

Stavba bude prováděna v 30 m v ochranném pásmu vlečky (trať Košicko-Bohumínské dráhy) a v ochranném pásmu podzemních sdělovacích a zabezpečovacích kabelů v majetku AWT, a.s.

Dále se stavba nachází v ochranném pásmu lesů a to na pozemcích:

- Lesní pozemek parc. č. 2299 cca 22m
- Lesní pozemek parc. č. 2930 cca 0,3m
- Lesní pozemek parc. č. 2928 cca 47m

Na území nebude proveden zábor zemědělského a lesního půdního fondu.

V zájmovém území se nenachází žádná vyhlášená ochranná pásma vodních zdrojů či léčebných pramenů, nachází se mimo ochranná pásma vodních toků a leží mimo záplavové území.

Stavbou nedojde k záboru zemědělské půdy. V prostoru staveniště nejsou žádné kulturní zeminy. Nedojde ani k záboru pozemků určených k plnění funkce lesa. U dotčených pozemků je jako druh pozemku uvedena plocha dopravní infrastruktury.

[23][24]

## 2.5 Vliv stavby na životní prostředí

Zásady řešení pro ochranu přírody a krajiny nebyly stanoveny. Odstranění důlní škody nebude mít negativní vliv na životní prostředí.

- Vlivy na půdu – staveniště je umístěno na ploše, která je využívána železniční dopravou. Dotčené plochy jsou bez kulturních vrstev zeminy.
- Vliv na vodu – provoz při stavebních pracích nebude produkovat žádné odpadní, splaškové nebo technologické vody. Srážkové vody budou odvedeny stávajícím odvodněním.
- V zájmovém území se nenachází žádné vyhlášené ochranné pásmo vodního zdroje či léčebných pramenů.

- Vlivy na ovzduší – pracoviště se nenachází v bezprostřední blízkosti obytné zástavby. Vzhledem k umístění a použité technologii nebude mít stavba výrazný vliv na kvalitu ovzduší.
- Ochrana proti hluku – pracoviště se nenachází v obytné zástavbě. Při realizaci může přechodně dojít ke zvýšení hluku, ale vzhledem k umístění stavby není nutná ochrana proti hluku.
- Vlivy na faunu a floru – výskyt fauny a flory se vzhledem ke stávajícímu provozu na spojovací koleji nepředpokládá.

## **2.6 Dopravní opatření**

Stavba je součástí stávajícího dopravního systému. Příjezd ke staveništi je možný po vlečkové koleji AWT, a.s. a po stávajících účelových pozemních komunikacích. Sít' účelových komunikací je napojena na státní silnici č. III/47214. Komunikace budou sloužit pouze k příjezdu manipulačních mechanismů a k přepravě haldoviny, potřebné pro výškové úpravy.

Staveništní doprava by měla být organizována tak, aby byla zajištěna její plynulost a bezpečnost. Vjezd a výjezd bude povolen jen pro vozidla stavby. Před výjezdem vozidel stavby mimo prostor staveniště by mělo být provedeno jejich očištění od hrubých nečistot. Používané silnice by měly být čištěny silničními čističkami.

## **2.7 Přípravné práce pro výstavbu**

### **2.7.1 Likvidace porostů**

Kácení dřevin nebude prováděno, na spojovací koleji se nenachází žádný porost.

### **2.7.2 Bourací práce**

Při realizaci stavby nevzniknou žádné nároky na sanační nebo bourací práce.



## **2.8 Vybavení území, přeložky inženýrských sítí**

Stávající inženýrské sítě jsou zakresleny v podrobné situaci, ta je součástí této dokumentace. Zakreslení sítí je orientační, vyjadřuje jejich stav k březnu 2016 z těchto důvodů je nutné provést vytýčení poloh inženýrských sítí přímo na místě správci dotyčných zařízení. A to zejména společností AWT a.s., vytyčení zabezpečovacího kabelu a společností OKD a.s. vytyčení potrubí odpadních vod. Dojde ke zvednutí železničního návěstidla, dle přílohy 8.

## **2.9 Poloha vzhledem k záplavovému a poddolovanému území**

Území spojovací koleje se nachází mimo záplavové území, ale nachází se zde bezodtokové vodní plochy, které vznikly vinou důlních poklesů území. [30]

Spojovací kolej se nachází na poddolovaném území, návrh sanace spojovací koleje byl zpracován s ohledem na tento fakt, je v souladu s ČSN 73 0039 - Navrhování objektů na poddolovaném území a předpisem SŽDC S4.

Z hlediska působení důlních vlivů je zařazena do III. skupiny stavenišť. Součástí podélného profilu je zakres poklesů z dobývání proběhlých v letech 2006 – 2015 a v letech následujících 2015 – 2023. [6]

## **2.10 Variantní řešení sanace koleje**

Pro sanaci spojovací koleje jsem se rozhodl navrhnout 2 varianty řešení. A to Variantu A – tedy variantu se snesením kolejového roštu a Variantu B – tedy variantu bez snesení kolejového roštu.

### **2.10.1 Varianta A – Varianta se snesením kolejového roštu**

Je to varianta, při které budou použity klasické dvoucestné mechanizmy. Kolejový rošt se snese pomocí železničních jeřábů, a pomocí rypadel a nakladačů se vytvoří zemní těleso. Na zemní těleso je položen zpět kolejový rošt, který se následně podbije strojní podbíječkou.

**2.10.1.1 Návrh nového řešení**

Nový návrh má za úkol zejména odstranit důlní škody na spojovací koleji a snížit náklady na provoz, a to zejména optimálním vedením nivelety.

**2.10.1.2 Zábory pozemků**

Zábory pozemků jsou dle následující tabulky:

Parcela číslo	Kultura	LV	Vlastník	Výměra (m <sup>2</sup> )	Zábor (m <sup>2</sup> )	Katastrální území
6821/1	ostatní plocha	488	Advanced World Transport a.s., Hornopolní 3314/38, Ostrava, Moravská Ostrava, 702 00	187 082	954	Karviná – Doly
2925	ostatní plocha	488	Advanced World Transport a.s., Hornopolní 3314/38, Ostrava, Moravská Ostrava, 702 00	26 721	7 181	Karviná – Doly
1788	ostatní plocha	1041	Advanced World Transport a.s., Hornopolní 3314/38, Ostrava, Moravská Ostrava, 702 00	3 673	1 566	Doubrava u Orlové

*Tab. 4 - Zábory pozemků Varianta A [30]*

Celkový zábor pozemků je 9701 m<sup>2</sup>.

**2.10.1.3 Směrové vedení koleje**

Návrhová rychlost na spojovací koleji je navržena na 40 km/h, kolej obsahuje jeden kružnicový oblouk R1 bez přechodnic o poloměru 800 m.

TABULKA SMĚROVÝCH OBLOUKŮ					
Poloměr [m]	V [Km/h]	$\alpha_s$ [g]	$L_i$ [m]	$T_1$ [m]	$T_2$ [m]
800	40	13,4676	188,043	94,457	94,457

*Tab. 5 - Tabulka směrových oblouků*

VÝPOČET STANIČENÍ				
Prvek	Značka	Staničení	Délka	Jednotka
<b>Začátek sanace</b>	ZÚ	0,000 000	83,716	m
Začátek oblouku	ZO	0,083 716		
<b>Začátek oblouku</b>	ZO	0,083 716	188,043	m
Konec oblouku	KO	0,271 759		
<b>Konec oblouku</b>	KO	0,271 759	639,733	m
Konec sanace	KÚ	0,911 492		

Tab. 6 - Směrové Poměry

#### 2.10.1.4 Sklonové poměry

Sklonové poměry jsou navrženy tak, aby niveleta byla vedena optimálně vzhledem k ekonomickým aspektům na spojovací koleji, tedy aby nebyla vedena v podélném sklonu vyšším než 13 ‰. Neobsahuje vzestupnice.

SKLONOVÉ POMĚRY				
Staničení	Délka [m]	Sklon [‰]	Stav	Poznámka
		15,14	Stoupá	Stávající stav
0,000 000	333,119	12,82	Stoupá	Nový stav
0,333 119	215,034	10,37	Stoupá	Nový stav
0,548 150	360,097	12,64	Stoupá	Nový stav
0,905 022	3,235	18,54	Stoupá	Nový stav
		18,54	Stoupá	Stávající stav

Tab. 7 - Tabulka sklonových poměrů

TABULKA VÝŠKOVÝCH OBLOUKŮ			
Staničení	R <sub>v</sub> [m]	tz [m]	y <sub>v</sub> [m]
0,333 119	18000	22,005	0,013
0,548 150	25000	28,327	0,016

Tab. 8 - Tabulka výškových oblouků

Tečné navázání na stávající stav zajistí dva výškové oblouky o poloměru  $R = 2000$  m. V přílohách Diplomové práce naleznete Podélný profil, ve kterém je niveleta zakreslena. Maximální zdvih je roven 2,12 m a maximální snížení nivelety o 0,75 m.

### 2.10.1.5 Železniční spodek

Těleso železničního spodku je vedeno převážně na násypu, v zářezu pouze výjimečně. Spodek bude tvořit již stávající zemní těleso.

Na místech, kde dojde ke zdvihu nivelety, se doplní materiálem z haldoviny. Sklony svahu navrhuji ve sklonu 1:1,5.

Pražcové podloží je navrženo dle spisu SŽDC S4 a to typ 1 (viz. obr. 7). Stávající zemní těleso je tvořeno haldovinou, což je dostatečně propustný a nenamrzavý materiál, není tedy potřeba zřizovat sklon zemní pláň. Zemní pláň je i dostatečně únosná a není potřeba vkládat vrstvu z geotextílie. Dešťová voda bude odtékat díky propustnosti materiálu dál do podloží a stávajících příkopů.

Druh tratě	Minimální požadované hodnoty modulu přetvárnosti	
	$E_0$ [MPa] na zemní pláni	$E_{pl}$ [MPa] na pláni tělesa železničního spodku
<b>Novostavby:</b>		
- celostátní pro rychlost $160 \text{ km.h}^{-1} < V \leq 200 \text{ km.h}^{-1}$	60	100
- celostátní pro rychlost $V \leq 160 \text{ km.h}^{-1}$	40	80
- regionální	**)	**)
<b>Stávající tratě:</b>		
<b>a) hlavní traťové a hlavní staniční koleje na tratích</b>		
- celostátní pro rychlost $160 \text{ km.h}^{-1} < V \leq 200 \text{ km.h}^{-1}$	**)	**)
- celostátních pro rychlost $120 \text{ km.h}^{-1} \leq V \leq 160 \text{ km.h}^{-1}$	30 <sup>*)</sup>	50
- celostátních koridorových pro rychlost menší než $120 \text{ km.h}^{-1}$	20 <sup>*)</sup>	50
- celostátních ostatních pro rychlost menší než $120 \text{ km.h}^{-1}$	20 <sup>*)</sup>	40
- regionální	15 <sup>*)</sup>	30
<b>b) předjízdne koleje ve stanicích na tratích</b>		
- celostátních	20 <sup>*)</sup>	40
- regionálních	15 <sup>*)</sup>	30
<b>c) ostatní koleje ve stanicích na tratích</b>		
- celostátních	15 <sup>*)</sup>	30
- regionálních	15 <sup>*)</sup>	20

Tab. 9 - Minimální požadované hodnoty modulu přetvárnosti [1]

Dle tabulky č. 9 se jedná o trať stávající regionální a je požadována minimální únosnost pláně železničního spodku a to  $E_{pl} = 30 \text{ Mpa}$ .

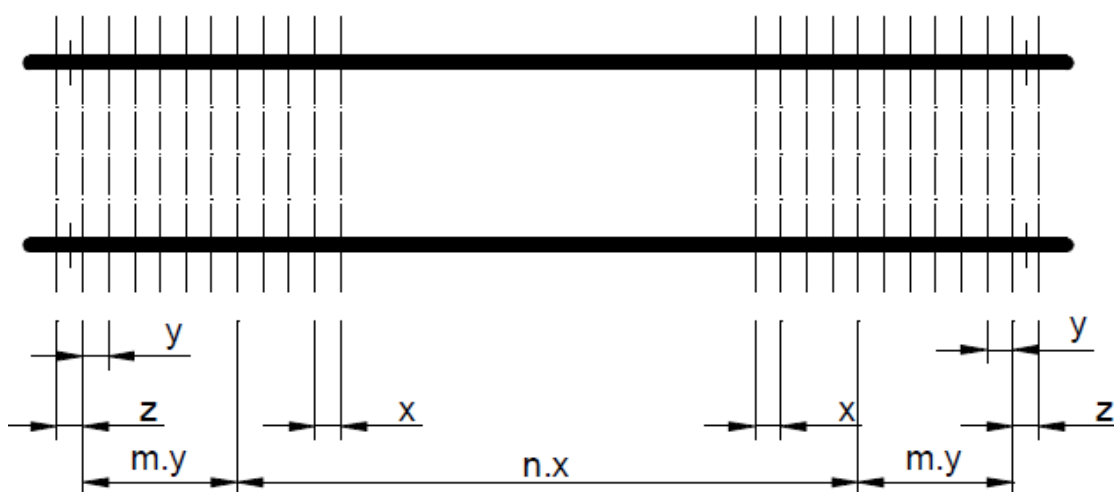
Po celé délce spojovací koleje bude vytvořena drážní stezka, a to pouze na jedné straně. Drážní stezka bude tvořena struskovou šterkovinou frakce 16/32 o tl. 100 mm. Tato stezka je vykreslena v příloze č. 7 Vzorový řez.

#### 2.10.1.6 Železniční svršek

Železniční svršek bude tvořit styková kolej z kolejnic 49E2 na bukových pražcích o tloušťce 150 mm. Kolejnicové styky navrhuji podporované, pro zvýšení únosnosti styku. Čela bukových pražců délky 2,6 m musí být opatřeny prolisovanými destičkami proti štěpení pražců. Dále musí být dostatečně naimpregnovány, aby odolaly nepříznivým vlivům. Materiál, které bude tvořit kolejové lože, musí mít odpovídající vlastnosti, a to zejména pevnost a odolnost proti mrazu. Firma AWT má dobré zkušenosti s použitím hlušiny, ta bude použita i zde, a to ve frakci 31,5/63.

Počet pražců v kolejovém poli dle typu „B“ bude dle Obr. 36 následující.

- Délka kolejového pole: 25 m
- Počet pražců: 34 kusů
- Počet pražců na 1 km: 1360 kusů
- Rozměr n.x: 31x755
- Rozměr m.y: 1x676
- Rozměr z: 250



Obr. 36 - Schéma rozdělení pražců [25]

Kolejnice bude k pražci přichycena pomocí pevného upevnění s tuhou svěrkou ŽS 4 na žebrové podkladnici.

Název Kolejiva	Počet na jedno upevnění	Počet na jeden pražec	Počet na 1Km koleje
Polyetylenová podložka	1,00	2,00	68,00
Dvojitý pružný kroužek Fe 6	6,00	12,00	408,00
Matice M 24	2,00	4,00	136,00
Svěrkový šroub RS 1 M 24	2,00	4,00	136,00
Podkladnice S 4pl	1,00	2,00	68,00
Pryžová podložka S 49	1,00	2,00	68,00
Svěrka ŽS 4	2,00	4,00	136,00
Vrtule R 1	4,00	8,00	272,00

*Tab. 10 - Výpis drobného kolejiva na spojovací koleji*

#### **2.10.1.7 Osvětlení kolejiště**

Kolejiště bude osvětleno pomocí železničních stožárů typu JŽ 12. Tyto stožáry jsou tvořeny z bezešvých ocelových trubek v jakostní třídě 11353. Světlo bude vybaveno vysokotlakou výbojkou typu SHLP 210 W. Návrh osvětlení musí být proveden s ohledem na normu ČSN EN 12464-2. Líc stožáru bude vzdálen maximálně 5 m od středu koleje. Na spojovací koleji jich bude celkem 30.

Název	Povrchová úprava	H [mm]	L [mm]	E [mm]	Hmotnost [Kg]	Plocha [m2]
JŽ-12	žárové zinkování	11200	12700	1500	346	7,6

*Tab. 11 - Stožár JŽ 12 [26]*

#### **2.10.1.8 Organizace výstavby**

##### **Snesení kolejového roštu**

Snesení kolejového roštu bude provedeno kolejovým kladecím jeřábem UK25/18, který bude snášet rošt po jednotlivých předem nařezaných kolejových polích s délkou 25 m. Před kolejovým jeřábem budou umístěny dva motorové plošinové vozy MPD.2

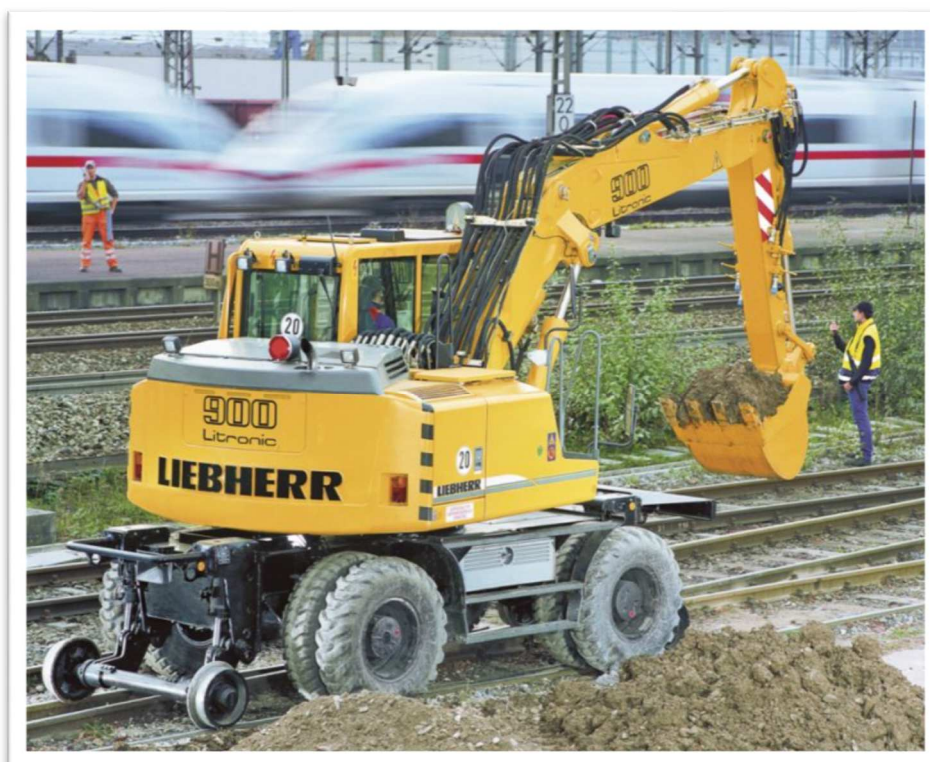
vybavené válečkovou dráhou pro přesun svazků kolejových polí. Na těchto vozech pak budou kolejová pole odvezeny do stanice Karviná-Doly.

### **Odtěžení kolejového lože na koleji vedené v zářezu**

Od staničení ZÚ 0,000 000 do staničení 0,275 452 je kolej vedena v zářezu. V tomto místě dojde na odtěžení stávajícího kolejového lože a části železničního spodku do požadované úrovně. V tomto kroku navrhuji použít dvoucestné rypadlo Liebherr A900C a malý dozer Caterpillar D 6T. Odtěžené kolejové lože a zeminu ze železničního spodku navrhuji naložit na Tatra 815 a následně ji odvést do místa násypu na spojovací koleji.

### **Provádění násypů**

Od staničení 0,275 452 do KÚ 0,911 492 je kolej vedena v násypu. Násyp bude tvořen haldovinou. Pro jeho vytvoření navrhuji použít stejně jako pro vytvoření zářezu následující mechanismy, a to Liebherr A900C a Caterpillar D 6T. Násyp bude hutněn, a to po vrstvách o maximální tloušťce 50 cm pomocí vibračního válce Weycor AW260 na požadovanou úroveň zhutnění.



*Obr. 37 - Dvoucestné rypadlo Liebherr A900C [31]*

### **Položení nového kolejového roštu**

Nový kolejový rošt bude tvořen z předem smontovaných kolejových polí délky 25 m dovezených na podvozcích vzor 53i. Kolejová pole budou tvořena pražci dřevěnými a kolejnicemi 49E2. Jednotlivá kolejová pole budou pokládána pokladačem kolejových polí PKP 25/20i. Uvolněné podvozky vzor 53i budou po snesení jejich nákladu dopraveny pomocí MUV 71 na kolej KBD dráhy, odkud budou odvezeny do stanice Karviná Doly. Po položení kolejových polí budou kolejnice na stycích zaspojovány.



*Obr. 38 - Vůz MUV 71[32]*

### **Úprava GPK a kolejového lože**

Kolej navrhují podbít strojní podbýječkou Plasser & Theurer Minima II. Tento stroj dlouhý necelých 2,5 m s rozvorem náprav 2100 mm váží 3400 kg. Podbýjecí mechanismus je vybaven osmi kladivy. Minima slouží také pro úpravu geometrické polohy koleje v malém rozsahu. Obsahuje optickou navigaci. [33]



## 2.11 Varianta B – Bez snesení kolejového roštu

Tato technologie je charakterizována specializovanými soupravami strojů přesahujících délku i 100 m. V této technologii se na celostátních tratích používá např. souprava AHM 800R, která není pro naše řešení vhodná, zejména z důvodu omezení, a to do výšky zdvihu maximálně do 1,5m. Dalším důvodem je finanční náročnost této technologie vzhledem ke krátké délce sanovaného úseku. Proto navrhuji řešení, které je typické pro poddolované oblasti. Toto řešení spočívá v postupném zvedání sanované koleje pomocí hydraulického zvedáku Robel.

### 2.11.1.1 Návrh nového řešení

Návrh nového řešení, klade důraz na finanční nároky na sanaci spojovací koleje. Tato varianta je výrazně levnější než varianta se snesením kolejového roštu.

### 2.11.1.2 Zábory pozemků

Varianta bez snesení kolejového roštu je o 154,8 m kratší než Varianta A, a díky tomu je zábor pozemku nižší.

Parcela číslo	Kultura	LV	Vlastník	Výměra (m <sup>2</sup> )	Zábor (m <sup>2</sup> )	Katastrální území
6821/1	ostatní plocha	488	Advanced World Transport a.s., Hornopolská 3314/38, Ostrava, Moravská Ostrava, 702 00	187 082	877	Karviná – Doly
2925	ostatní plocha	488	Advanced World Transport a.s., Hornopolská 3314/38, Ostrava, Moravská Ostrava, 702 00	26 721	4 668	Karviná – Doly
1788	ostatní plocha	1041	Advanced World Transport a.s., Hornopolská 3314/38, Ostrava, Moravská Ostrava, 702 00	3 673	1 550	Doubrava u Orlové

Tab. 12 - Zábory pozemků Varianta B [30]

Celkový zábor pozemků je 7095 m<sup>2</sup>.

**2.11.1.3 Směrové vedení**

Spojovací kolej v této variantě bude vedena ve stejném směrovém vedení, jako je stávající stav koleje.

VÝPOČET STANIČENÍ				
Prvek	Značka	Staničení	Délka	Jednotka
<b>Začátek sanace</b>	ZÚ	0,000 000	41,305	m
Začátek oblouku 1	ZO1	0,041 305		
<b>Začátek oblouku 1</b>	ZO1	0,041 305	34,478	m
Konec oblouku 1	KO1	0,075 783		
<b>Konec oblouku 1</b>	KO1	0,075 783	21,33	m
Začátek oblouku 2	ZO2	0,097 110		
<b>Začátek oblouku 2</b>	ZO2	0,097 110	22,85	m
Konec oblouku 2	KO2	0,119 960		
<b>Konec oblouku 2</b>	KO2	0,119 960	136,557	m
Začátek oblouku 3	ZO3	0,256 517		
<b>Začátek oblouku 3</b>	ZO3	0,256 517	4,022	m
Konec oblouku 3	KO3	0,260 539		
<b>Konec oblouku 3</b>	KO3	0,260 539	193,807	m
Začátek oblouku 4	ZO4	0,454 346		
<b>Začátek oblouku 4</b>	ZO4	0,454 346	8,457	m
Konec oblouku 4	KO4	0,462 803		
<b>Konec oblouku 4</b>	KO4	0,462 803	293,812	m
Konec Sanace	KŮ	0,756 615		

*Tab. 13 - Výpočet staničení Varianta B*

TABULKA SMĚROVÝCH OBLOUKŮ					
Poloměr [m]	V [Km/h]	$\alpha_s$ [g]	$L_i$ [m]	$T_1$ [m]	$T_2$ [m]
536	40	3,6855	34,477	17,245	17,245
420	40	3,1172	22,850	11,428	11,428
1200	40	0,1920	4,022	2,011	2,011
2200	40	0,2203	8,457	4,229	4,229

Tab. 14 - Tabulka směrových oblouků

Tyto hodnoty byly odměřeny systémem Autocad z geodetického zaměření.

#### 2.11.1.4 Sklonové poměry

Sklonové poměry jsou navrženy následovně:

SKLONOVÉ POMĚRY				
Staničení	Délka [m]	Sklon [‰]	Stav	Poznámka
		8,35	Stoupá	Stávající stav
0,000 000	474,099	7,15	Stoupá	Nový stav
0,474 099	279,280	17,17	Stoupá	Nový stav
0,753 380	3,235	18,54	Stoupá	Nový stav
		18,54	Stoupá	Stávající stav

Tab. 15 - Tabulka sklonových poměrů

#### 2.11.1.5 Železniční spodek

Bude tvořen stávajícím železničním spodkem.

#### 2.11.1.6 Železniční svršek

Železniční svršek bude tvořit stávající kolejový rošt, ve kterém se doplní chybějící drobné kolejivo. Kolejové lože bude tvořit nově nasypané kolejové lože ze struskového materiálu frakce 32/63.

#### 2.11.1.7 Organizace výstavby

Pomocí hydraulického zvedáku Robel se vždy zvedne část kolejového roštu (doporučuji na výšku pražce, tedy 15 cm) tím vznikne mezera mezi kolejovým ložem a vyzdvihnutým kolejovým roštem, ta se následně ručně nebo pomocí mechanizace vyplní struskou. Kolejový rošt se spustí zpět na kolejové lože, a tím dojde ke zvýšení nivelety. Zvedání nivelety do požadované výšky bude probíhat na několik nájezdů zvedáku Robel, dle přílohy č. 17.

Strusku doporučuji vozit pomocí speciálních výklopných vagonů LH 40 a pomocí dvoucestných rypadel Liebherr A900C rozprostřít strusku podél spojovací koleje. A následně připravenou strusku podél koleje vkládat pod zvednutý kolejový rošt.



*Obr. 39 - Hydraulický zvedák Robel [34]*

## 2.12 Porovnání Variant

### 2.12.1 SWOT Analýza

SWOT analýza je univerzální analytická technika používaná pro zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňujících úspěšnost organizace nebo nějakého konkrétního záměru (například nového produktu či služby). Nejčastěji je SWOT analýza používána jako situační analýza v rámci strategického řízení a marketingu. [35]

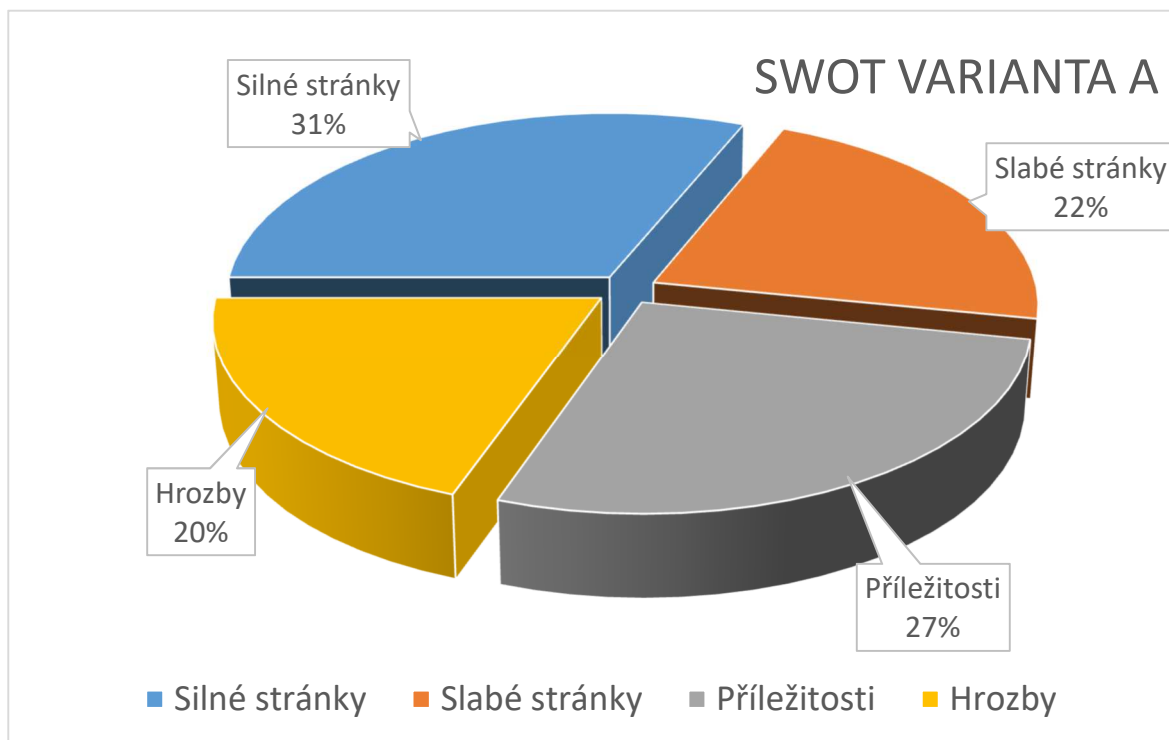
#### 2.12.1.1 SWOT Analýza Varianta A



Obr. 40 – Diagram SWOT - Varianta A

Po stanovení silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb, jsem každému kritériu stanovil váhu a udělil počet bodů.

Hodnocení dle přílohy č. 18. dopadlo následovně:



Obr. 41 - Graf - Diagram SWOT Varianta A

**Výsledek SWOT Varianty A je roven 0,25.**

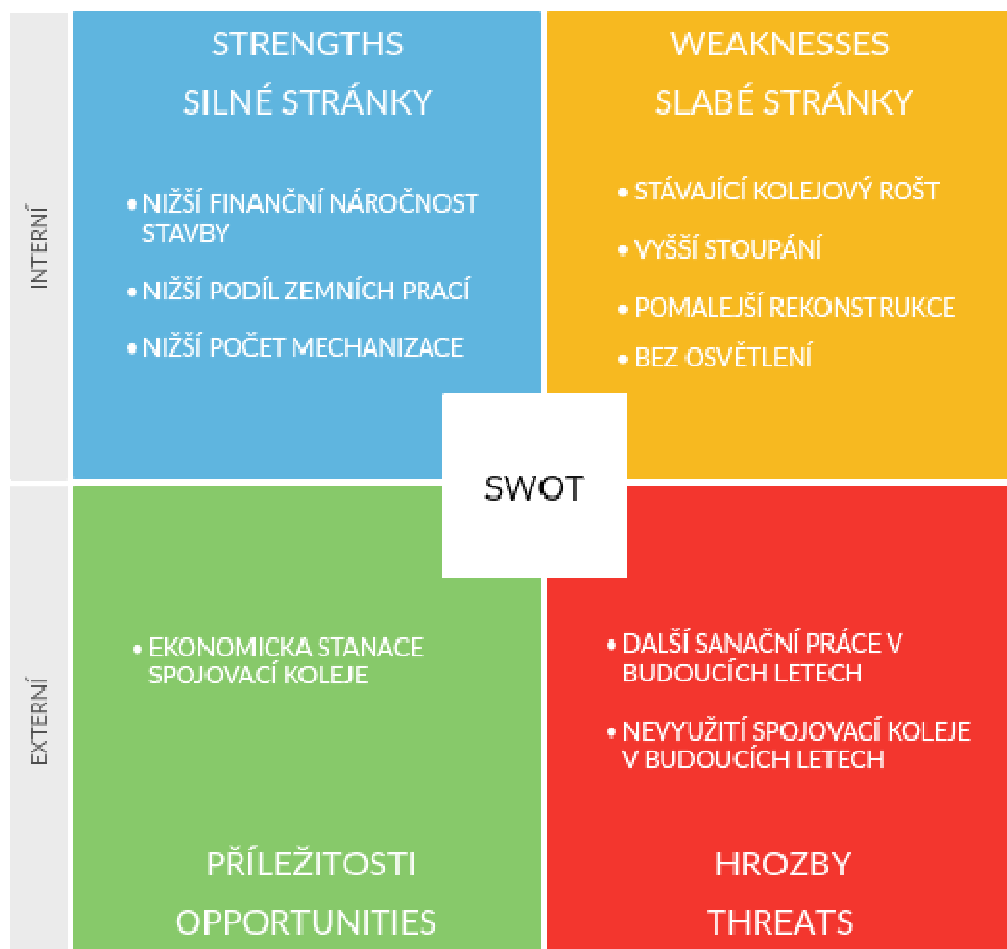
**Dle hodnocení:**

HODNOCENÍ	BODY
VELICE DŮLEŽITÉ	5
DŮLEŽITÉ	4
PODSTATNÉ	3
MÉNĚ DŮLEŽITÉ	2
NEDŮLEŽITÉ	1

Tab. 16 - Tabulka ohodnocení Swot - Varianta A

Více v příloze č. 18 Swot diagram Varianty A.

### 2.12.1.2 SWOT Analýza Varianta B

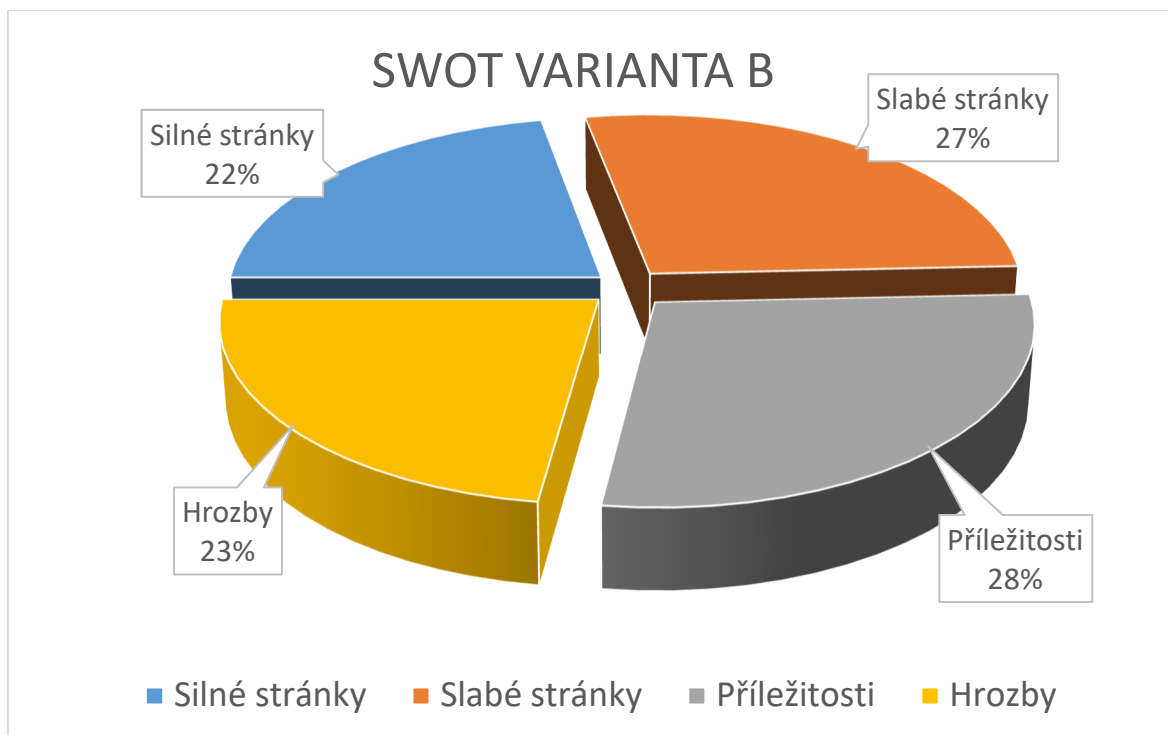


Obr. 42 - Diagram SWOT - Varianta B

Stejně jako u varianty A jsem stanovil stejný bodový systém. Více v příloze č. 19. Diagram Swot Varianty B.

HODNOCENÍ	BODY
VELICE DŮLEŽITÉ	5
DŮLEŽITÉ	4
PODSTATNÉ	3
MÉNĚ DŮLEŽITÉ	2
NEDŮLEŽITÉ	1

Tab. 17 - Tabulka ohodnocení - Varianta B



*Obr. 43 - Graf - Diagram SWOT - Varianta B*

**Výsledek SWOT Varianty B je roven -1,85**

#### **2.12.1.3 Závěr a doporučení při porovnání SWOT diagramů**

Dle přiložených SWOT diagramů doporučuji Variantu A – tedy variantu se snesením kolejového roštu. Tato Varianta obsahuje více pozitivních stránek, než Varianta B.

#### **2.12.2 Multikriteriální hodnocení**

Dle multikriteriálního hodnocení v příloze č. 20 – multikriteriální hodnocení, byly stanoveny základní kritéria hodnocení, pro které jsem stanovil počet bodů a váhu kritéria.



U multikriteriálního hodnocení byly stanoveny tyto váhy:

ÚŘČENÍ VAH	VÁHA
POČET SMĚROVÝCH OBLOUKŮ [ks]	0,05
DÉLKA KOLEJE VE SMĚROVÉM OBLOUKU [%]	0,05
POČET VÝŠKOVÝCH OBLOUKŮ [ks]	0,04
DÉLKA DRÁHY VE STOUPÁNÍ VĚTŠÍ NEŽ 13 ‰ [%]	0,37
VÝŠKA NÁSYPU [m]	0,01
DOBA SANACE [dny]	0,11
FINANČNÍ NÁROKY NA STAVBU [mil. Kč]	0,18
FINANČNÍ NÁROKY NA 1m KOLEJE [tis. Kč / m]	0,18
ZÁBORY POZEMKŮ [tis. m <sup>2</sup> ]	0,01
CELKEM	1,00

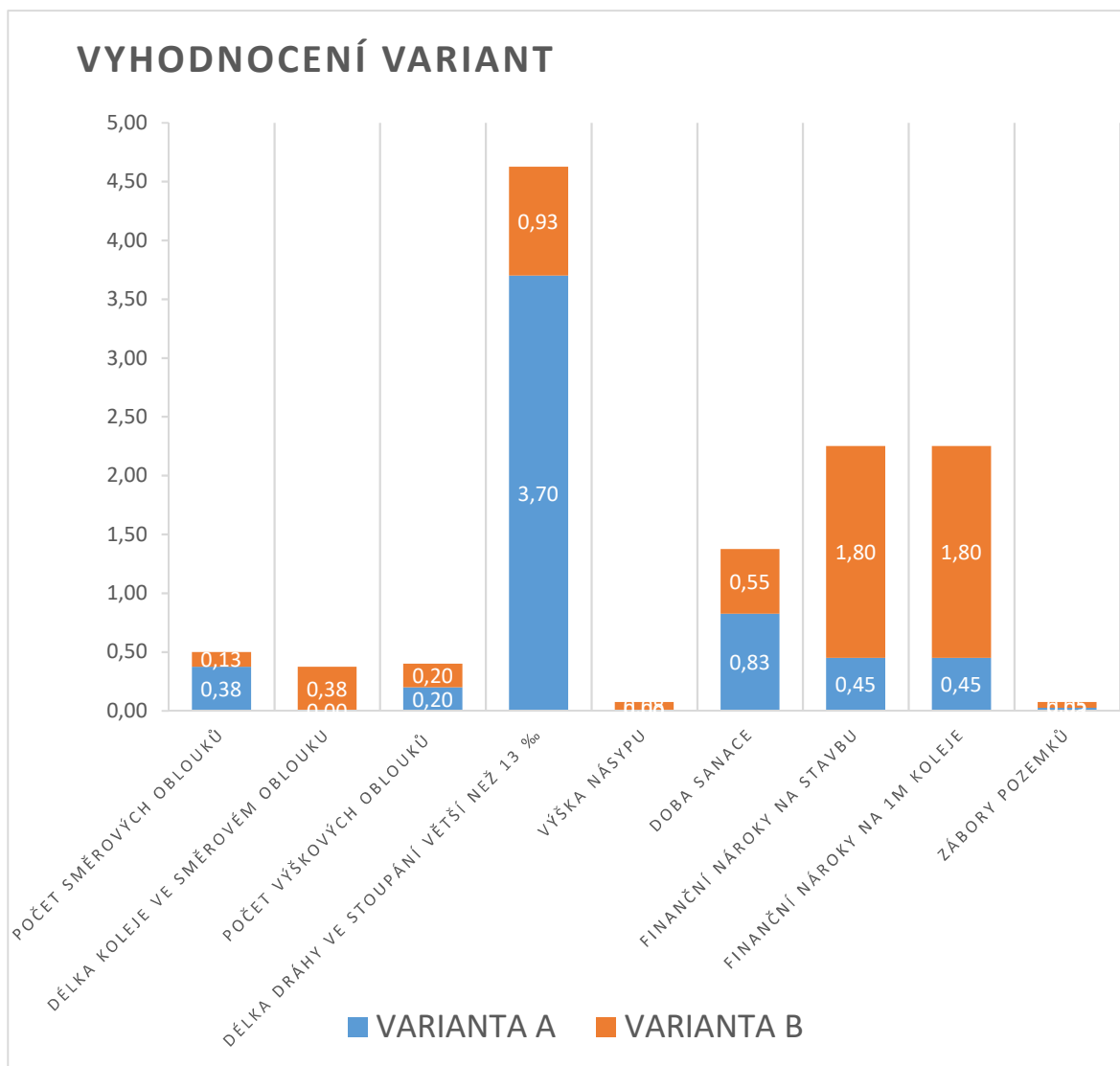
*Tab. 18 - Tabulka Vah - Multikriteriální hodnocení*

V tabulce č.18 jsem upřednostňoval zejména váhu kritéria – finanční a také váhu ekonomičnosti provozu. Součet všech vah by měl být roven číslu 1 (procenta).

Dle přílohy č. 20 byly stanoveny tyto body.

CELKOVÉ BODY	VARIANTA A	VARIANTA B
POČET SMĚROVÝCH OBLOUKŮ	0,38	0,13
DÉLKA KOLEJE VE SMĚROVÉM OBLOUKU	0,00	0,38
POČET VÝŠKOVÝCH OBLOUKŮ	0,20	0,20
DÉLKA DRÁHY VE STOUPÁNÍ VĚTŠÍ NEŽ 13 ‰	3,70	0,93
VÝŠKA NÁSYPU	0,00	0,08
DOBA SANACE	0,83	0,55
FINANČNÍ NÁROKY NA STAVBU	0,45	1,80
FINANČNÍ NÁROKY NA 1m KOLEJE	0,45	1,80
ZÁBORY POZEMKŮ	0,03	0,05
CELKEM	6,03	5,90

*Tab. 19 - Celková tabulka bodů - Multikriteriální hodnocení*



Obr. 44 - Graf- Multikriteriální hodnocení – množství bodů

### 2.12.2.1 Závěr a doporučení dle multikriteriálního hodnocení

Dle přílohy č. 20 Multikriteriální hodnocení, jako lepší varianta vychází varianta A – tedy se snesením kolejového roštu. Tato Varianta získala 6,03 bodů a Varianta B 5,90 bodů.

### 2.12.3 Závěr práce

Sanaci spojovací koleje doporučuji provést pomocí Varianty A – tedy se snesením kolejového roštu, dle diagramu SWOT obsahuje více pozitiv a varianta A obstála v multikriteriálním hodnocení.

**Poděkování:**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Leopoldovi Hudečkovi, Ph.D a všem zaměstnancům firmy AWT a.s. za odborné připomínky, cenné rady, vstřícnost a všestrannou pomoc, které mi byly v průběhu poskytnuty.

### 3. Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. *Železniční spodek*. In.: Praha 1 Dlážděná 1003/7, 110 00: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, 2008, ročník 2008, S 263/08-OP.
- [2] PLÁŠEK, Otto. *Železniční stavby: železniční spodek a svršek*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2621-7.
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška Ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb.* In: Nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, 110 00 Praha 1 - Nové Město: Ministerstvo dopravy ČR, 1995, ročník 1995, 77/1995 Sb.
- [4] *Okd.cz* [online]. Ostrava: OKD, a.s., 2016 [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs/tezime-uhli>
- [5] *Okd.cz* [online]. Ostrava: OKD, a.s., 2016 [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs/o-nas/kde-pusobi-okd>
- [6] ČSN 73 0039. *Navrhování objektů na poddolovaném území*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [7] ÚSTAV GEOTECHNIKY VÚT. *Podzemní stavby*, 2006. Dostupné také z: <http://slideplayer.cz/slide/3045021/>
- [8] MARTINEC, P. a kol. (2006): *Vliv ukončení hlubinné těžby uhlí na životní prostředí*, Finidr s.r.o., Český Těšín
- [9] Lazecký, M. *Monitoring of Terrain Relief Changes using Synthetic Aperture Radar Interferometry: Application of SAR Interferometry Techniques in a Specific Undermined Ostrava-Karviná District – disertační práce*. VŠB-TUO, Ostrava, 2011.
- [10] ARDOLF, Josef, Eva HRUBEŠOVÁ a Karel VOJTASÍK. *Zdokonalení prognózy hodnot parametrů poklesové kotliny při ražení kolektorů*. Ostrava, 2006. Dostupné také z: [http://fast10.vsb.cz/hrubesova/prezentace%20kotliny\\_2.ppt](http://fast10.vsb.cz/hrubesova/prezentace%20kotliny_2.ppt)
- [11] Interní materiály Advanced World Transport a.s.
- [12] MIKŠÍK, Milan, Mária KARABINOVÁ a Ján ŠPÁNIK. *Diagnostika koľajových dráh*. V Žiline: Žilinská univerzita, 2004. ISBN 80-8070-193-8.

- [13] *Natura Hradec*. Natura Hradec [online]. Hradec Králové, 2015 [cit. 2016-09-28]. Dostupné z: <http://meridla.naturahradec.cz/rozchodka-gw-80-571/>
- [14] HUDEČEK, Leopold, Přednáška "Železniční svršek a žel. Spodek": Diagnostika Kolejových drah. VŠB - Ostrava, 2015.
- [15] *Využívání měřicí drezíny pro železniční svršek*. Praha - České dráhy a.s, 2000.
- [16] GREGOROVÁ, Hana. *Využití georadaru v základním geologickém výzkumu*. MUNI - Ústav Geologických věd, 2009.
- [17] KRAUS Dag a Karel HRUBEC. *Využití georadaru při posuzování stavu tělesa železničního spodku po povodních*. Praha - SŽDC, 2014.
- [18] ZUMOTOVÁ, Zuzana. *Srovnání technologických postupů rekonstrukce železničních tratí*. SVOČ 2005/2006. VŠB - Ostrava, 2005.
- [19] MYNÁŘ, J. *Nové konstrukce a technologie používané u Českých drah při rekonstrukci železničního spodku*. Vědeckotechnický sborník 2002. Praha 2002
- [20] SŽDC: *Rekonstrukce žst. Nesovice, 1. část*. Praha, 2008. Dostupné také z: <http://www.szdc.cz/modernizace-drahy/prehled-staveb/op-doprava/nesovice/fotogalerie/realizace/015.jpg>
- [21] *Traťové stroje*: Stanislav Plachý. Hulín, 2006. Dostupné také z: [http://tratovestroje.wbs.cz/cisticky/SC\\_600\\_S/HULIN/IMG\\_2584\\_original.jpg](http://tratovestroje.wbs.cz/cisticky/SC_600_S/HULIN/IMG_2584_original.jpg)
- [22] *Eurailpool. Ismaning Germany*, 2000. Dostupné také z: [http://www.eurailpool.com/content/en/downloads/media/resources/Wiruberuns\\_05\\_1.jpg](http://www.eurailpool.com/content/en/downloads/media/resources/Wiruberuns_05_1.jpg)
- [23] *Územní plán města Karviné*. Karviná, 2016. Dostupné také z: <http://www.karvina.cz/magistrat/novy-uzemni-plan?highlightWords=%C3%BAzemn%C3%AD+pl%C3%A1n>
- [24] *Územní plán obce Doubrava*. Doubrava, 2011. Dostupné také z: <http://www.mesto-orlova.cz/cz/radnice/uzemni-planovani/uzemni-plan/13407-uzemni-plan-obce-doubrava.html>
- [25] *Konstrukce železničního svršku: Upevnění kolejnic na pražci*. České Republika, 2010. Přednášky. Fakulta stavební VUT v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Otto Plášek Ph.D.

- [26] *Stožár JŽ 14 Z výška 14m osvětlovací železniční žárový zinek Kooperativa* [online]. 2015 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.bbelektro.cz/stozar-jz-14-z-vyska-14m-osvetlovaci-zeleznicni-zarovy-zinek-kooperativa/d-174507-c-1831/>
- [27] *Hornoslezská pánev*. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Hornoslezsk%C3%A1\\_p%C3%A1nev](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hornoslezsk%C3%A1_p%C3%A1nev)
- [28] *Okd.cz* [online]. Ostrava: OKD, a.s., 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/novinky-o-tezbe-uhli/zavleckovani-skladek-dalsi-krok-nejen-ke-snizovani-nakladu>
- [29] Interní materiály AWT
- [30] *CUZK - Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. 2015 [cit. 2016-09-18]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/VyberParcelu.aspx>
- [31] *Silnice-zeleznice.cz*. Ostrava, 2008. Dostupné také z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/nove-dvoucestne-rypadlo-a-900-c-zw-inovace-s-provoznimi-vyhodami/>
- [32] *Spz.logout.cz*. Veselí nad Moravou, 2010. Dostupné také z: [http://spz.logout.cz/fotoalbum/fotoalbum\\_zobrazeni.php?stat=cz&rada=muv71\\_0&vlastnik=cz\\_003](http://spz.logout.cz/fotoalbum/fotoalbum_zobrazeni.php?stat=cz&rada=muv71_0&vlastnik=cz_003)
- [33] *Pražské tramvaje*. Praha, 2010. Dostupné také z: <http://www.prazsketramvaje.cz/view.php?cislocclanku=2006041009>
- [34] *Robel Salzburg*, 2010. Dostupné také z: <http://www.robelt.info/en/products/detail.asp?id=205>
- [35] *Management mania* Praha 2016. Dostupné také z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>

## 4. Seznam obrázků

<i>Obr. 1 – Hlavní části železničního tělesa [1] .....</i>	<i>6</i>
<i>Obr. 2 - Násep [2] .....</i>	<i>7</i>
<i>Obr. 3 - Zářez [2] .....</i>	<i>7</i>
<i>Obr. 4 - Odřez [2] .....</i>	<i>7</i>
<i>Obr. 5 - Zářez a násep [2].....</i>	<i>7</i>
<i>Obr. 6 - Rozměry železničního spodku na dvoukolejné trati .....</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 7 - Pražcové podloží typ 1 [2].....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 8 - Pražcové podloží typ 2 [2].....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 9 - Pražcové podloží typ 2 s trativodem .....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 10 - Pražcové podloží typ 3 [2].....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 11 - Pražcové podloží typ 4 [2].....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 12 - Pražcové podloží typ 5 [2].....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 13 - Pražcové podloží typ 6 [2].....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 14 - Rekonstrukce žst. Nesovice, 1. část - Železniční svršek [20] .....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 15 - Základní veličiny poklesové kotliny (P. K.) při dobývání jedné vodorovně uložené sloje [6] .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 16 - Nerovnoměrný pokles a naklonění terénu [6] .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 17 - Nerovnoměrný pokles a zakřivení terénu [6] .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 18 - Vodorovný posun podzákladí [6].....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 19 - Půdorysné zkosení objektu vlivem přetvoření terénu [6] .....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 20 - Použití satelitních snímků v zalesněné oblasti - sledování poklesů [9].....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 21 - Mapa poklesů na Karvinsku [11] .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 22 - Matematické vyjádření poklesové kotliny [10].....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 23 - Zatlačení kolejového pole do kolejového lože .....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 24 - Ocelové pravítko na tenkém provazu [14].....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 25 - Měřidlo propadlých styku MPS [14] .....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 26 - Rozchodka GW OT40 [13] .....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 27 - Speciální měřidlo pro přeměření základních rozměrů výhybek [14] .....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 28- Měřicí drezína [15].....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 29 – Georadar na vozítku „Krab“ [17].....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 30 – Výstup z měření s georadarem .....</i>	<i>31</i>

<i>Obr. 31 - Strojní čistička SČ 600S [21]</i> .....	34
<i>Obr. 32 - Souprava AHM 800R [22]</i> .....	36
<i>Obr. 33 - Územní plán města Karviná [23]</i> .....	37
<i>Obr. 34 - Územní plán obce Doubrava [24]</i> .....	38
<i>Obr. 35 - Výhled poklesů - 2015 – 2023 [29]</i> .....	39
<i>Obr. 36 - Schéma rozdělení pražců [25]</i> .....	46
<i>Obr. 37 - Dvoucestné rypadlo Liebherr A900C [31]</i> .....	48
<i>Obr. 38 - Vůz MUV 71[32]</i> .....	49
<i>Obr. 39 - Hydraulický zvedák Robel [34]</i> .....	53
<i>Obr. 40 – Diagram SWOT - Varianta A</i> .....	54
<i>Obr. 41 - Graf - Diagram SWOT Varianta A</i> .....	55
<i>Obr. 42 - Diagram SWOT - Varianta B</i> .....	56
<i>Obr. 43 - Graf - Diagram SWOT - Varianta B</i> .....	57
<i>Obr. 44 - Graf- Multikriteriální hodnocení – množství bodů</i> .....	59

## 5. Seznam Tabulek

<i>Tab. 1 - Plošné zastoupení poklesů povrchu ve sledovaných obdobích na Karvinsku [8]..</i>	17
<i>Tab. 2 - Skupiny stavenišť na poddolovaném terénu [6]</i> .....	20
<i>Tab. 3 - Přehled všech parametrů měření [15]</i> .....	29
<i>Tab. 4 - Zábory pozemků Varianta A [30]</i> .....	43
<i>Tab. 5 - Tabulka směrových oblouků</i> .....	43
<i>Tab. 6 - Směrové Poměry</i> .....	44
<i>Tab. 7 - Tabulka sklonových poměrů</i> .....	44
<i>Tab. 8 - Tabulka výškových oblouků</i> .....	44
<i>Tab. 9 - Minimální požadované hodnoty modulu přetvárnosti [1]</i> .....	45
<i>Tab. 10 - Výpis drobného kolejiva na spojovací koleji</i> .....	47
<i>Tab. 11 - Stožár JŽ 12 [26]</i> .....	47
<i>Tab. 12 - Zábory pozemků Varianta B [30]</i> .....	50
<i>Tab. 13 - Výpočet staničení Varianta B</i> .....	51
<i>Tab. 14 - Tabulka směrových oblouků</i> .....	52
<i>Tab. 15 - Tabulka sklonových poměrů</i> .....	52
<i>Tab. 16 - Tabulka ohodnocení Swot - Varianta A</i> .....	55
<i>Tab. 17 - Tabulka ohodnocení - Varianta B</i> .....	56



<i>Tab. 18 - Tabulka Vah - Multikriteriální hodnocení</i> .....	58
<i>Tab. 19 - Celková tabulka bodů - Multikriteriální hodnocení</i> .....	58

## 6. Seznam příloh

1	KOORDINAČNÍ SITUACE
2	SITUACE VARIANT
3	PODROBNÁ SITUACE VARIANTA A
4	PODROBNÁ SITUACE VARIANTA B
5	PODELNÝ PROFIL VARIANTA A
6	PODELNÝ PROFIL VARIANTA B
7	VZOROVÝ ŘEZ
8	CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ
9a	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA A
9b	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA A
9c	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA A
9d	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA A
10a	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA B
10b	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA B
10c	PRACOVNÍ ŘEZY VARIANTA B
11	ORTOFOTO VARIANTA A
12	ORTOFOTO VARIANTA B
13	HARMONOGRAM VARIANTA A
14	HARMONOGRAM VARIANTA B
15	ROZPOČET VARIANTA A
16	ROZPOČET VARIANTA B
17	ZDVIHY - VARIANTA B
18	DIAGRAM SWOT - VARIANTA A
19	DIAGRAM SWOT - VARIANTA B
20	MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ
21	FOTODOKUMENTACE